

YOSHIKO SAITO KUNIYOSHI

ASPECTOS MORFO-ANATÔMICOS DO CAULE, RAIZ  
E FOLHA DE *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC  
(BIGNONIACEAE) EM DIFERENTES FASES  
SUCESSIONAIS NO LITORAL DO PARANÁ

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do Grau e Título de "Doutor em Ciências Florestais".

CURITIBA

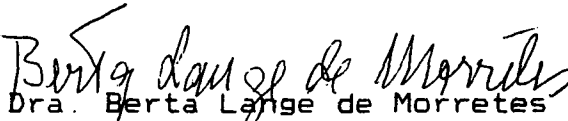
1993

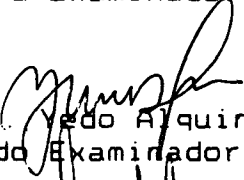
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

P A R E C E R

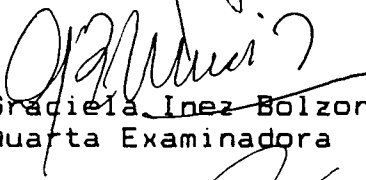
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Tese de Doutorado apresentada pela candidata YOSHIKO SAITO KUNIYOSHI, sob o título "ASPECTOS MORFO-ANATÔMICOS DO CAULE, RAIZ E FOLHA DE *Tabebuia cassinoides* (Lam) DC EM DIFERENTES FASES SUCESSIONAIS NO LITORAL DO PARANÁ para obtenção do grau de Doutor em Ciências Florestais - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Área de concentração em SILVICULTURA, após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Tese com média final: ( 10 ), correspondente ao conceito: ( A ).

Curitiba, 06 de agosto de 1993

  
Prof. Dra. Berta Lange de Morretes  
Primeira Examinadora

  
Prof. Dr. Yedo Aquini  
Segundo Examinador

  
Prof. Dr. Armando Cervi  
Terceiro examinador

  
Prof. Dra. Graciela Inez Bolzon de Muniz  
Quarta Examinadora

  
Prof. Dr. Mario Takao Inoue  
Quinto Examinador

Ao Nelson, meu marido

DEDICO

## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

Yoshiko Saito Kuniyoshi, filha de Yoshio Saito e Maria Saito, nasceu a 25 de abril de 1941 em Curitiba-PR. Graduiu-se Naturalista em 1962, pelo Curso de História Natural na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade Federal do Paraná. Lecionou Botânica Sistemática no Curso de História Natural da PUC-PR, como professor Assistente e Interino, no período de 1969-1971 e como Auxiliar de Ensino em Botânica Sistemática de 1971-1975, no Setor de Ciências Biológicas da UFPR. Foi pesquisadora da Secretaria de Estado da Agricultura do Paraná, no Instituto de Defesa do Patrimônio Natural, no período de 1963-1973, pesquisadora do IAPAR (1974-1980), naturalista do Museu Botânico Municipal (MBM) de 1980-1982. Em 1983 obteve o grau de M.Sc. em Ciências Florestais, pelo Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR. A partir de 1983, através de concurso para Professor Assistente, faz parte do corpo docente do Departamento de Silvicultura e Manejo do Setor de Ciências Agrárias da UFPR, sendo atualmente Professora Adjunto.

## AGRADECIMENTOS

Dizem que a tese de doutorado é a prova de que o pesquisador é capaz de realizar independentemente um trabalho. Neste caso, ao contrário, é o resultado de uma série de ações executadas por uma centena de "mãos" que me auxiliaram oportunamente, concretizando a realização deste trabalho. Considero-me privilegiada de contar com o inestimável auxílio e amizade de tantas pessoas, assim agradeço:

- À Universidade Federal do Paraná pela acolhida no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.
- Agradeço a tolerância e a confiança do professor Dr. MARIO TAKAO INOUE em aceitar ser meu orientador.
- À minha grande e querida mestra Dra. BERTA LANGE DE MORRETES a quem devo o primeiro empurrão nos caminhos da anatomia ecológica, pela motivação e realização deste trabalho.
- À mão amiga de sempre da PROFESSORA ARACELY VIDAL GOMES pela segura e paciente orientação em todas as fases deste trabalho.
- Ao meus queridos irmãos de coração CARLOS VELLOZO RODERJAN e FRANKLIN GALVÃO que a mão do destino colocou nesta minha jornada, num momento de inspiração, cujo companheirismo, sugestões, críticas e socorros que apenas amigos dessa estatura são capazes de atender na medida certa, tentando evitar menos tropeços em cada passo.
- Aos companheiros de campo e de jornadas, mestres na minha iniciação à ciência do solo, pela grande mão na interpretação e sugestões sobre as questões edáficas deste trabalho GUSTAVO RIBAS CURCIO e MARCOS F. G. RACHWAL, pedólogos da EMBRAPA-CNPq.
- À minha querida amiga "gringa" GRACIELA BOLZÓN de MUÑIZ, pelo apoio, sugestões, críticas e "cutucões", empurrando-me para frente.
- SONIA MARIA DALCOMUNE (TUCA), laboratorista, cuja mão firme e precisa, durante 12 meses preparou mais de 2000 lâminas do material coletado, sendo imprescindível para realização deste trabalho e SOLI DALCOMUNE LIMA, pela presença e auxílio em atender às minhas demandas no laboratório de Anatomia da Madeira da UFPR.

- Ao grande botânico e amigo Doutor GERT HATSCHBACH pelo exemplo de amor à ciência Botânica, de vivência, conhecimento, humildade, seriedade e disposição em atender às solicitações da bibliografia especializada e na identificação botânica.
- Ao Estatístico OSMIR JOSÉ LAVORANTI, Assistente de Pesquisa do CNPF-EMBRAPA, pelo desprendimento, paciência, compreensão e orientação, numa das fases mais críticas deste trabalho, o processamento dos dados e análise estatística.
- Ao CNPF-EMBRAPA por ter permitido o auxílio indispensável de seus pedólogos e de seus estatísticos.
- ELIZABETH DE CASTRO OLIVEIRA que pela grande mão da amizade deu início na preparação das folhas de caxeta para os trabalhos histológicos; MIGUEL von BEHR pela mão aberta em hospedar e colaborar com a equipe, na sede do IBAMA da APA-Guaraqueçaba e MARCO A. DEODATO pelo auxílio na elaboração dos gráficos.
- YEDO ALQUINI, VALMIR DETZEL, ANTÔNIO NOGUEIRA, ANITA BEGGS, e LINCOLN TEIXEIRA, pelo apoio amigo de sempre.
- HELOÍSA, ANDRÉA, BETO, SILVIA, ÁLVARO, DUBOIS "filhos" sempre presentes em muitas fases deste trabalho e de outras jornadas, motivadores na árdua e contínua busca do conhecimento sobre as espécies de nossas florestas tão pródigas e desconhecidas. "Seu" ARSÊNIO PEREIRA, mateiro do tipo em extinção pelo companheirismo e ensinamentos para melhor observar e compreender a Natureza.
- HERRERA, ELIEZER, ADEMIR, LÚCIA, WILMA, JOÃO, ROSE muitas vezes, uma pá, uma caixa, um fio, uma lâmpada, um álcool, um papel, uma carga pesada carregada por essas mãos foram fundamentais para facilitar meu trabalho, obrigada.
- À MAURA REGINA KUNIYOSHI aluna e Professor Dr. JOSÉ MANOEL DOS REIS NETO do Departamento de Geologia da UFPR pela identificação dos cristais presentes nas folhas da caxeta.
- À Metalúrgica Imperador pela disposição desinteressada em confeccionar o equipamento de coleta de amostras de solos.
- Ao CNPS da EMBRAPA do Rio de Janeiro, pela análises de solos em seus laboratórios especializados.
- A todos os professores do Curso de Pós-Graduação e colegas de Curso pelos conhecimentos por mim adquiridos.
- Às bibliotecárias do Setor de Ciências Agrárias pelo atendimento às minhas solicitações bibliográficas e orientações sobre as normas da ABNT.
- Sei que não agradei nominalmente a todos, mas aqueles que sabem que de uma forma ou de outra me auxiliaram, em algum momento, para a realização deste trabalho, meus agradecimentos.

- Agradeço também à mão anônima que me indicou locais ou informações a respeito dos caxetais, ou mesmo sem saber, cedendo suas áreas para este estudo, que foram de grande valia.
- Finalmente a mão que é a mola mestra de minhas ações e emoções, minha família: NELSON, meu marido, SANDRA, ISABEL, MAURA, minhas filhas e minha mãe MARIA SAITO pela paciência, carinho, apoio e compreensão.

## LISTA DE ABREVIATURAS

**1-CAB** = sítio 1 = Cabaquara  
**2-ATA** = sítio 2 = Atami  
**3-PSE** = sítio 3 = Passa-Sete  
**4-ALE** = sítio 4 = Alexandra-Matinhos  
**5-BAT** = sítio 5 = Batuva  
**Abax.** = abaxial  
**Adax.** = adaxial  
**AF** = área foliar  
**AL** = altura  
**BI** = raios bisseriados  
**CP** = comprimento  
**CUT** = cutícula, espessura de cutícula  
**EPID.** = epiderme  
**ESP** = espessura  
**f** = fibras libriformes  
**G** = escama grande ou tricoma tector escamiforme ou pêlo escamiforme  
**Gem.** = vasos geminados  
**HIP.** = hipoderme  
**LG** = largura  
**m st** = metro estéreo  
**n** = número  
**nc** = número de células  
**nc SEP** = número de camadas sub-epidérmica (hipoderme)  
**N/mm<sup>2</sup>** = número/mm<sup>2</sup>  
**p** = parênquima axial  
**ps** = parênquima axial seriado  
**pi** = pontuações intervasculares  
**P** = escama pequena ou tricoma glandular ou pêlo escamiforme glandular  
**PB** = raios parcialmente bisseriados  
**RN** = folha de sombra (Regeneração Natural)  
**R. e r** = raios  
**R./mm lin.** = raios por mm linear  
**S** = sítio  
**SEP** = camada sub-epidérmica (hipoderme)  
**Sol.** = vasos solitários  
**TEC. REV.** = tecido de revestimento  
**Tri ou TRI** = raios trisseriados  
**UN** = raios unisseriados  
**V.** = vasos  
**V. Múlt.** = vasos múltiplos  
**V. Múlt.(3)** = vasos múltiplos com três vasos  
**V. Múlt.(4)** = vasos múltiplos com quatro vasos  
**V. Múlt.(≥ 5)** = vasos múltiplos com cinco ou mais  
**X** = escama glandular com cristal ou tricoma cristalífero ou pêlo escamiforme cristalífero  
**Σ** = somatória  
**DAP** = diâmetro a altura do peito (1,30 m)



## SUMÁRIO

	<b>LISTA DE FIGURAS</b>	x
	<b>LISTA DE TABELAS</b>	xii
	<b>RESUMO</b>	xiv
	<b>SUMMARY</b>	xv
1	<b>INTRODUÇÃO</b>	1
1.1	JUSTIFICATIVA	2
2	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	4
2.1	<b>CONSIDERAÇÕES FÍSICAS E BIOLÓGICAS</b>	4
	Aspectos geográficos	4
	Clima	4
	Hidrografia	5
	Geomorfologia	6
	Solo	8
	Vegetação	9
2.2	<b>CONSIDERAÇÕES TAXONÔMICAS E MORFOLÓGICAS</b>	12
	Posição taxonômica da espécie	14
	Nomes populares	19
	Aspectos tecnológicos	20
	Aspectos silviculturais	21
	Aspectos sócio-econômicos	23
2.3	<b>CONSIDERAÇÕES ANATÔMICAS</b>	25
	Anatomia ecológica	28
	Aspectos filogenéticos	30
	Aspectos quantitativos do xilema	31
	Aspectos quantitativos da folha	34
3	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	40
3.1	LOCAIS DE COLETA	40
3.2	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS	40
3.3	CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE ESTUDO	42
3.4	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	44
	Coleta de material	44
	Obtenção dos dados	47
3.5	DELINEAMENTO ESTATÍSTICO	51
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	52
4.1	SOLO	52
4.2	CAULE E RAIZ	53
	Porcentagem de tecidos	53
	Fibras	60
	Parênquima axial	60
	Raios	62
	Vasos	67
	Índice de vulnerabilidade, grau de mesomorfismo e índice de condutividade	71
4.3	FOLHA	74
	Lâmina foliar	74
	Sistema de revestimento	79
	Mesofilo	92

4.4	SÍNTESE DOS RESULTADOS MORFO-ANATÔMICOS POR SÍTIO	93
4.5	CONSIDERAÇÕES COMPLEMENTARES	97
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	102
	<b>ANEXOS</b>	104
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	113

## LISTA DE FIGURAS

1	Aspecto geral de um caxetal. A árvore, o caule e a raiz suporte de <i>T. cassinoides</i>	17
2	Ilustrações de <i>T. cassinoides</i> : ramo florido, flor e detalhes florais; ramo com frutos; fruto, semente embrião, plântula e muda	18
3	Ilustração das áreas de coleta	41
4	Amostra de solo e equipamento de coleta	46
5	Porcentagem dos tecidos da madeira do caule e da raiz por sítio	55
6	Fotomicrografias de secções transversais da madeira do caule e da raiz de <i>T. cassinoides</i> : Cabaquara e Atami	57
7	Fotomicrografias de secções transversais da madeira do caule e da raiz de <i>T. cassinoides</i> . Passa-Sete e Alexandra-Matinhos	58
8	Fotomicrografias de secções transversais da madeira do caule e da raiz de <i>T. cassinoides</i> de Batuva. Porcentagem dos tipos de vasos nos diferentes sítios	59
9	Fotomicrografias de tecido macerado da madeira de <i>T. cassinoides</i> de raiz e do caule	61
10	Fotomicrografias da madeira do caule de <i>T. cassinoides</i> . Secções radiais e tecido macerado	63
11	Fotomicrografias da madeira de <i>T. cassinoides</i> . Secção tangencial (secantial): caule de Cabaquara e Atami. Porcentagem de tipos de raios de acordo com a largura em número de células de Cabaquara e Atami	64
12	Fotomicrografias da madeira de <i>T. cassinoides</i> . Secção tangencial da madeira do caule de Passa-Sete e Alexandra-Matinhos. Porcentagem de tipos de raios de acordo com a largura em número de células	65
13	Fotomicrografias de <i>T. cassinoides</i> . Secção tangencial da madeira do caule e da raiz de Batuva. Porcentagem de tipos de raios de acordo com a largura em número de células, número de raios/mm, caule e raiz dos 5 sítios	66
14	Fotomicrografias de <i>T. cassinoides</i> . Secções radiais da madeira da raiz e do caule de Cabaquara e Batuva	69
15	Índice de Vulnerabilidade, Grau de Mesomorfismo e Índice de Condutividade (Equação de Hagen-Posseuille) das amostras dos 5 sítios	72
16	Folhas de <i>T. cassinoides</i> : de sol e de sombra do 3º nó e do 4º nó	77
17	Valores médios de folhas de sol e de sombra para <i>T. cassinoides</i> nos 5 sítios: área foliar, espessura, comprimento e largura	78
18	Fotomicrografias de secções transversais de folhas de sol de <i>T. cassinoides</i> : região da nervura principal e detalhe	79
19	Fotomicrografias de secções transversais de folhas de sol e de sombra de <i>T. cassinoides</i> de Atami: divisões periclinais na hipoderme. Epidermes adaxial, abaxial, tricomas, hipoderme, parênquimas paliádico e lacunoso	82
20	Fotomicrografia de folhas de <i>T. cassinoides</i> : vista frontal de epiderme adaxial de folha de sombra. Secções transversais de folhas de sol, epiderme abaxial	83

21	Fotomicrografias de folha de sol de <i>T. cassinoides</i> : epiderme abaxial com células epidérmicas sinuosas estômatos com células anexas e com estrias epicuticulares, tricomas tectores escamiformes e cristalíferos. Folha de sombra com tricoma glandular	84
22	Fotomicrografias de folhas de sol de <i>T. cassinoides</i> . Vista frontal do parênquima lacunoso. Secções transversais: epiderme abaxial com estômato, parênquima lacunoso, tricoma tector. Epiderme adaxial com tricoma glandular, cristalífero, hipoderme e parênquima paliádico	35
23	<i>T. cassinoides</i> : árvore com ramificação ascendente e paucifoliada; pneumatóforo geniculado; raiz suporte com lenticelas; toras	98

## LISTA DE TABELAS

1	Valores médios/sítio das variáveis analisadas do xilema secundário do caule e raiz de <i>T. cassinoides</i>	54
2	Porcentagem de tecidos da madeira do caule e da raiz, para os sítios estudados	54
3	Elementos estruturais do caule e da raiz	56
4	Porcentagem dos tipos de raios, de acordo com a largura em número de células	56
5	Número de raios/mm linear de <i>T. cassinoides</i> - caule e raiz	67
6	Número de vasos/mm <sup>2</sup> , solitários e em grupos, em madeira de caule e raiz de <i>T. cassinoides</i>	70
7	Porcentagem de vasos solitários e em grupos, em madeira de caule e raiz de <i>T. cassinoides</i>	70
8	Índice de Vulnerabilidade, Grau de Mesomorfismo e Índice de Condutividade (Equação de Hagen-Posseuille), dos 5 sítios	71
9	Resumo das variáveis observadas em folhas de sol e de sombra - valores médios/sítios	75
10	Folha de sol e de sombra - área foliar, espessura comprimento e largura	76
11	Tecido de revestimento de folhas de sol e de sombra / sítio - face adaxial	80
12	Tecido de revestimento de folhas de sol e de sombra / sítio - face abaxial	80
13	Estômatos: comprimento, largura, n <sup>o</sup> /mm <sup>2</sup> , em folhas de sol e de sombra / sítio	86
14	Diâmetro de escamas de folhas de sol e sombra - faces adaxial e abaxial	88
15	Porcentagem de tricomas de folhas de sol e sombra - faces adaxial e abaxial	89
16	Número de escamas/mm <sup>2</sup> de folhas de sol - faces adaxial e abaxial	91
17	Parênquima paliçádico e lacunoso em folhas de sol e de sombra / sítio	92

## ANEXOS

A1	Classificação de solos	105
A2	Análise físico-química dos solos	106
A3	Cor do solo conforme o código Munsell para cores, citado no item cor(*) do ANEXO 2	107
A4	Resumo das diferenças estatísticas das variáveis analisadas na madeira do caule e da raiz/sítio, constantes da TABELA 1	108
A5	Resumo das diferenças estatísticas das variáveis das folhas de sol e de sombra/sítio, conforme os valores da TABELA 9	109
A6	Síntese das variáveis analisadas, de acordo com os resultados do teste F de significância	110
A7	Síntese das variáveis altamente significativas (1%), considerando apenas os valores extremos/sítio de acordo com o número sequencial das variáveis dos ANEXOS 4 e 5	111
A8	Resumo das variáveis analisadas conforme as diferenças estatísticas apenas dos valores máximos (+) e mínimos (-) por sítio, de acordo com ANEXO 7	112

## RESUMO

Este trabalho tem por objetivo verificar as variações das características morfo-anatômicas de caule, raiz e folha de *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC (caxeta), além de considerar possíveis tendências da sua adaptação ecológica em distintas condições de sítio e fases sucessionais. A espécie é característica de ambientes permanentemente alagados, nas depressões dos cordões arenosos paralelos à linha da costa do Brasil, desde Pernambuco até o Estado de Santa Catarina. Faz parte de uma hidrossere, estabelecendo-se na fase inicial de ocupação arbórea que, por ser altamente adaptada a esse meio, domina o ambiente até que as condições locais avancem para uma mesossere. É considerada como uma das melhores madeiras do mundo para a confecção de lápis; e também é um meio de subsistência para a população de baixa renda que explora sua madeira. De acordo com seu estágio sucessional localização geográfica, foram selecionados 5 sítios, com uma mesma classe de solo (Solo Orgânico), nos Municípios de Matinhos (Cabaquara e Alexandra-Matinhos), Pontal do Sul (Atami), Morretes (Passa-Sete) e Guaraqueçaba (Batuva), todos no litoral do Paraná que detém as reservas mais representativas da espécie. Foram coletados em cada sítio, amostras de solos e de material botânico para as observações morfo-anatômicas. Amostras de madeira do caule foram retiradas na altura do DAP de 4 árvores por sítio (idade aproximada de 15 anos e 12 cm de DAP); da raiz foram obtidas amostras da raiz suporte e não das respiratórias; as folhas de sol foram obtidas do alto das copas e as de sombra da regeneração natural do sub-bosque. Do material histológico foram obtidas 120 repetições por sítio, sendo analisadas 122 variáveis morfo-anatômicas das árvores. Os solos diferiram quanto aos aspectos físico-químicos e morfológicos, influenciando nas características morfo-anatômicas. Os resultados demonstraram que 82% das variáveis analisadas foram estatisticamente significantes, indicando que ocorrem diferenças entre os sítios e que a maior parte dos parâmetros analisados para a espécie mostraram variações, mesmo sob condições ambientais semelhantes. As folhas apresentaram o maior número de variações, refletindo mais as condições ambientais; seguidas do caule e da raiz. A espécie demonstra, através das características morfológicas da copa e das folhas, o caráter heliófilo. Além disso, a presença de raízes suporte e de pneumatóforos indicam a alta adaptabilidade da espécie ao hábitat descrito.

## SUMMARY

Morphoanatomical aspects of stem, root and leaf of *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC, (Bignoniaceae) under different successional stages in the coastal region of the State of Paraná.—The aim of this study is to verify the variations on morphological and anatomical characteristics of stems, roots and leaves of *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC ("caxeta"), besides considering possible tendencies in its ecological adaptation under different site conditions and successional sequences. This species is typical of places permanently flooded; that is to say, a lowland environment of sandbars and depressions which run along to the Brazilian coastline, from the State of Pernambuco to the State of Paraná. It belongs to a hydrosere which gets established during the initial stages of arboreal occupation. Due to the high adaptability to this kind of environment, it dominates the other species until the local conditions evolve to a mesosere. It is considered one of the best woods in the world for pencil manufacturing, and it also supplies a means of subsistence for low-income populations who make a living by extraction of this wood. According to their successional stages and geographical location, five sites with the same type of soil (Organic Soil) were selected in the counties of Matinhos (Cabaquara and Alexandra-Matinhos), Pontal do Sul (Atami), Morretes (Passa-Sete) and Guaraqueçaba (Batuva), all in the coastal region of the State of Paraná, which holds the most representative reserves of the species. Soil samples and botanical material for morphoanatomical observations were collected from each of these five sites. Wood samples were taken from stems of 4 trees per site - approximate age 15 years, 12 cm DBH (diameter at breast height). Samples were also obtained from aerial roots (supporting roots), but not from pneumatophores; sun leaves were taken from the canopy and shade leaves from naturally regenerating saplings from the understory. From the histological material, 120 repetitions per site were obtained; 122 morphoanatomical variables were analysed. Soils differed in physical, chemical and morphological aspects, influencing the morphoanatomical characteristics of trees. The results obtained showed that 82% of the variables analysed were statistically significant, indicating that differences between sites occur and that the great majority of the parameters analysed for the species have shown variations, even under similar environmental conditions. The leaves presented a greater number of variations reflecting environmental conditions to a higher degree; next were stems, and last, roots. The species demonstrates, through the morphology of crown canopy and leaves, its heliophilous characteristic. Besides that, the presence of aerial roots and pneumatophores indicate the species high adaptability to the habitat described.



## 1 INTRODUÇÃO

Nas depressões dos cordões arenosos paralelos à linha da costa brasileira, onde o solo está permanentemente alagado, observam-se fases sucessionais de vegetação, constituindo-se numa hidrossere que, dependendo do grau de desenvolvimento do solo, pode resultar numa floresta em seu estágio mais avançado. Nas fases iniciais, após a instalação das plantas herbáceas, com o substrato ainda encharcado, inicia-se a fase de ocupação arbórea, onde a caxeta, *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC, passa a ser a espécie dominante até que as condições ambientais avancem para uma mesossere.

A caxeta ocupa os solos orgânicos e podzóis hidromórficos nas depressões das restingas, desde Pernambuco até o Estado de Santa Catarina. Poucas espécies arbóreas adaptam-se a esses ambientes, onde a condição edáfica é o fator mais seletivo.

Embora os ecossistemas naturais do litoral brasileiro apresentem um grau de alteração significativo, especialmente em decorrência da ocupação territorial e da exploração dos recursos florestais, o Estado do Paraná ainda detém algumas das reservas mais representativas desta espécie. A existência destas reservas, em grande parte, deve-se à efetiva fiscalização pelos órgãos estaduais que procuram cumprir a legislação em vigor.

Tradicionalmente, a pressão sobre os caxetais, com exceção da especulação imobiliária, decorre do interesse em explorar única e exclusivamente a caxeta, em razão de sua prestabilidade, uma vez que dentre as espécies brasileiras é a melhor para a confecção de lápis, principalmente para exportação. A nível mundial perde em qualidade apenas para o cedro americano *Libocedrus decurrens* Torrey (incense-cedar).

Depreende-se daí sua importância sócio-econômica para as comunidades litorâneas, devido à alta demanda de mercado, produtividade, facilidade de exploração e sistema de rebrota que permite o corte a cada 8-12 anos. No entanto, a sua utilização e proteção vai depender de um amplo e integrado conhecimento sobre a complexidade e fragilidade desse ecossistema, em que as peculiaridades edáficas restringem seu uso para outras atividades.

Este estudo foi efetuado nos caxetais de Cabaquara, Atami, Passa-Sete, Alexandra-Matinhos e Batuva, cujas condições edáficas e temporais interferem na fisionomia, estrutura e diversidade florística, ocasionando diferentes fases sucessionais, desde as iniciais até as mais avançadas.

Assim, com a intenção de contribuir para o conhecimento da espécie e de seu ambiente, objetiva-se:

- comparar as características anatômicas de elementos estruturais do xilema do caule e da raiz nos diferentes sítios;
- comparar algumas características morfo-anatômicas em folhas de sol e de sombra nos diferentes sítios;
- verificar tendências de adaptações ecológicas de caráter morfo-anatômico da espécie à distintas condições de sítio.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

É evidente que espécies são membros de comunidades naturais de plantas que convivem em equilíbrio. Este equilíbrio depende das condições ecológicas e consequentemente das características morfológicas e anatômicas das plantas, garantindo uma infraestrutura que permite o desempenho de processos fisiológicos. A composição genética das plantas é também de grande importância para a sua sobrevivência, reprodução e evolução. Pressões seletivas de condições ambientais contínuas sobre as plantas geram tensões que podem resultar em mudanças morfológicas e estruturais. O problema básico para os anatomistas ecológicos é decidir, se possível, quando uma modificação anatômica é devida ao ambiente e quando é determinada pelo complemento genético. Enfim o problema é distinguir caracteres verdadeiramente adaptativos dos puramente hereditários.

A questão da relativa influência da hereditariedade e do ambiente sobre as plantas é fundamental para a compreensão da autoecologia das espécies.

Não se pode estudar isoladamente as características que as formas de vida assumem pelos diversos taxa, pois o equilíbrio de uma planta depende de características genéticas, morfológicas e anatômicas que permitem o desempenho dos processos fisiológicos.

Pressões do ambiente, como temperatura, intensidade luminosa e disponibilidade hídrica exercem uma influência seletiva no desenvolvimento das plantas. A competição cria uma situação em que as plantas sobrevivem às expensas de outras, formando comunidades, onde os taxa alcançam um estágio de equilíbrio. Esta estabilidade relativa permanece até que haja alterações, cujas causas podem ser de muitos tipos, frequentemente complexas e de difícil compreensão (METCALFE & CHALK, 1985).

Atualmente muitos desses desequilíbrios são provocados por antropismos, acelerando a degradação de muitos ecossistemas, sendo os caxetais, um dos mais ameaçados, tanto pela exploração, como pela sua localização. As espécies desse ambiente paludoso estão perfeitamente adaptadas a essas condições, constituindo uma comunidade muito específica, com muitas espécies endêmicas, entre elas a caxeta.

A realização deste trabalho se deve à motivação de detectar através de elementos morfo-anatômicos da caxeta, diferenças entre os habitats observados, já que fitossociológica e pedologicamente apresentam diferenças sutis em seus estágios de desenvolvimento.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CONSIDERAÇÕES FÍSICAS E BIOLÓGICAS

#### Aspectos geográficos

A caxeta ocorre entre as latitudes 08° e 26°30'S e limita-se ao litoral de Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (INOUE *et al.*, 1984; CARVALHO, 1992 e LORENZI, 1992). É exclusiva da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Sistema Edáfico de Primeira Ocupação (LEITE & SOHN, 1974; LEITE & KLEIN, 1990 e VELOSO *et al.* 1991) ou Áreas de Formação Pioneira com Influência Fluvial (VELOSO & GÓES-FILHO, 1982; IBGE, 1992), em Solos Orgânicos e Podzóis Hidromórficos (GALVÃO *et al.*, 1987; SILVA, 1990 e ZILLER, 1992).

#### Clima

O Quaternário, no Brasil Meridional, caracterizou-se por mudanças climáticas profundas e extremas, com fases semi-áridas prolongadas, alternadas com fases úmidas. Na semi-árida processou-se a erosão mecânica, originando superfícies planas de erosão. Na úmida teve lugar principalmente a decomposição química das rochas com formação de espessos regolitos. No Brasil são poucos os elementos disponíveis sobre conhecimentos atuais do holoceno (AB'SÁBER, 1957, 1977 e BIGARELLA, 1975).

O clima do litoral é particularmente influenciado pelo oceano, bem como pela interferência da corrente aérea tropical, que tem origem no centro de altas pressões do Atlântico, ao sul do trópico. Pelo seu lado ocidental esta massa aérea recebe a influência do fluxo das águas tépidas da Corrente do Brasil, que vem do norte, onde domina a massa equatorial atlântica. Ao contato com estas águas, a corrente tropical atlântica aumenta sua instabilidade e o seu teor de umidade. Ao longo da costa vai gerando ventos que sopram de direções variáveis entre norte e leste. No verão, as baixas pressões continentais causadas pelo superaquecimento do interior, produzem uma violenta ascensão da massa equatorial sobre a tropical que, ao encontrar a barreira da Serra do Mar, condensa-se, provocando

chuvas orográficas, com um máximo no verão e que se estendem muitas vezes até o litoral (BIGARELLA, 1978; SILVA, 1990 e ANGULO, 1992).

Os tipos climáticos (Köppen) dessas áreas são Af, Am e Aw (CARVALHO, 1992). No litoral do Paraná e na parte setentrional da costa de Santa Catarina, embora o clima seja predominantemente do tipo Af, ocorre também o Cfa. Nesta região a temperatura média anual é de 21°C, a média do mês mais quente é de 25°C e a do mais frio, 17°C, sem ocorrência de geadas. As chuvas têm distribuição uniforme, com predominância na primavera-outono na parte sul, enquanto na parte norte os maiores valores concentram-se no verão. Os valores médios de precipitação anual estão entre 1.200 e 1.500 mm (BERNARDES, 1951; BIGARELLA, 1957; IAPAR, 1978 e SILVA, 1990).

### **Hidrografia**

Os sistemas fluviais da bacia Atlântica são geologicamente recentes, em relação aos rios da bacia do rio Paraná que são mais antigos. MAACK (1968) subdividiu a bacia hidrográfica do Atlântico do litoral paranaense em seis sub-bacias: a bacia hidrográfica do rio Ribeira, da Baía das Laranjeiras, da Baía de Antonina, do rio Nhundiaquara, da Baía de Paranaguá e da Baía de Guaratuba. Além dessas, pequenos rios de planície constituem a bacia hidrográfica da baía de Pinheiros. Com exceção da bacia hidrográfica do Ribeira, de acordo com BIGARELLA (1978), fazem parte da porção oriental do Estado e drenam suas águas para as baías de Paranaguá ou Guaratuba. Correspondem a uma faixa relativamente pequena de cerca de 2,2% da área total do Estado, com um sistema hidrográfico composto por pequenas bacias que são limitadas à jusante pela Serra do Mar e à montante pelas baías.

A Baía de Paranaguá recebe água de quatro bacias, sendo a maior a da Baía das Laranjeiras (1443 km<sup>2</sup>), onde desaguam os rios Guaraqueçaba, com suas cabeceiras nas serras do Taquari, os rios Serra Negra e Açungui das serras do Cadeado e da Virgem Maria; o rio Tagaçaba, da Serrinha, o rio Itaquí, do espigão do Feiticeiro. O maciço de Três Pontões é a maior elevação da Baía das Laranjeiras com 1565-1575 m de altitude (BIGARELLA, 1978).

A bacia hidrográfica de Antonina, com 1000 km<sup>2</sup> de extensão, tem no rio Cachoeira seu principal rio, cujas nascentes situam-se nas serras do Capivari e Cabrestante (1640-1676 m de altitude). Uma série de pequenos rios nascem na Serrinha, no Espigão do Feiticeiro e na serra dos Orgãos, onde estão situadas as maiores elevações do Estado (BIGARELLA, 1978).

A do rio Nhundiaquara, possui 311 km<sup>2</sup> de área, é constituída de uma série de afluentes que nascem nas serras dos Orgãos e da Graciosa. Os rios Conceição, Marumbi, do Pinto, Passa-Sete, Sagrado, entre outros, nascem nas serras do Marumbi, da Igreja, Canavieiras e do Leão.

A de Paranaguá, com 607 km<sup>2</sup>, constituída principalmente pelo rio Guaraguaçu, com os afluentes que nascem na Serra da Prata ou na planície da Praia do Leste (BIGARELLA, 1978).

A de Guaratuba, com 1393 km<sup>2</sup>, é um dos sistemas mais interessantes e importantes do litoral, com rios que nascem nas serras dos Castelhanos, da Prata, da Igreja, Araraquara (rios Cubatão com seus afluentes Cubatãozinho, Arraial, São João, Guaratubinha e uma série de pequenos rios) e pequenos rios, na planície. As serras da Igreja, Canavieiras e da Prata constituem um divisor de águas que drenam para as baías de Paranaguá e Guaratuba.

Esses rios possuem o curso superior localizado na área serrana com fortes declives, vales fortemente encaixados e um padrão de canal retilíneo. O curso inferior, localizado nas planícies, corre geralmente num amplo fundo de vale plano, com padrão de canal meandrante. Já os rios que nascem no planalto sedimentar têm em suas margens, várzeas ricas e os leitos cheios de seixos de diabásio (BIGARELLA et al, 1954, 1961; MAACK, 1968 e SUGUIO & BIGARELLA, 1990).

### **Geomorfologia**

No Estado do Paraná, a planície costeira estende-se desde a Vila de Ararapira, ao norte (25°12'44"S e 48°01'15"W), até a barra do rio Sai-Guaçu, ao sul (25°28'38"S e 48°35'26"W), estendendo-se do sopé da serra, até o oceano. Apresenta um comprimento de 90 km e uma largura de cerca de 10-20 km, atingindo um máximo de 55 km, na Baía de Paranaguá (BIGARELLA, 1978).

É profundamente recortada pelos complexos estuarinos das baías de Paranaguá, Laranjeiras, Pinheiros e Guaratuba, resultando em numerosas ilhas, como das Peças, do Mel, Rasa, da Cotinga e Rasa da Cotinga (BIGARELLA, 1946; MAACK, 1968; BIGARELLA *et al.*, 1970; SILVA, 1990 e ANGULO, 1992).

O relevo da planície costeira é bastante uniforme, apresentando elevações isoladas ou encadeadas, em geral de pouca altura. Um grande número de lagoas estão dispostas ao longo da costa, emprestando à área um aspecto bem típico. Em sua maior extensão possui altitudes inferiores a 10 m s.n.m. e nos pontos mais interiores atinge 20 m s.n.m., mas em geral, inferior a este valor. Em diversos locais ocorrem morros e colinas, isolados na planície, com altitudes que podem alcançar centenas de metros, como o Morro Grande, 479 m, o Canudal com 245 m (BIGARELLA, 1954). Enquanto na região serrana estão situados os pontos culminantes do Estado, como o Pico Paraná com 1877 m, Marumbi, 1539m, Abrigo nº 4, 1624 m, aferidos recentemente em suas altitudes precisas por KRELLING & ZUNINO (1992), através do rastreamento dos satélites artificiais NAVSTAR-GPS, no cume desse dois picos; e, pelo método de nivelamento barométrico, os picos Caratua com 1898 m, Ciririca, 1781 m, o Marumbi, 1547m, medidos por Maack em 1940, e o Pico Paraná, 1930m, medido por Stamm em 1941 (MAACK, 1968), sendo necessário a

aferição correta dessas altitudes, de acordo com os métodos atuais, para dirimir dúvidas a respeito.

As planícies, entre a Serra do Mar e o Oceano Atlântico, foram constituídas em grande parte pelos aluviões que se fundiram no litoral com as areias trabalhadas pelo mar, originando uma região topográfica e edáfica bem diferente e típica que contrasta com a topografia ondulada das proximidades, onde se encaixam vales estreitos e por vezes bastante profundos (BIGARELLA, 1949, 1961 e REITZ, 1961).

A baixada litorânea resultou de movimentos tectônicos de falhas e fraturas da Serra do Mar, também relacionados aos dobramentos andinos, do final do mesozóico e principalmente do início do cenozóico que teriam perturbado fortemente as camadas na borda ocidental, gerando tensões horizontais no lado oriental da América do Sul. A estreita faixa montanhosa que afundou por falhamentos complexos deu origem às baías de Paranaguá, em virtude da ingressão marinha nos antigos vales. O contorno do litoral de então, acompanhava provavelmente a linha de contato entre as formações cristalinas e os depósitos sedimentares. Findo o movimento de submersão e equilibradas as tensões, voltou um movimento lento de emersão epirogênica do continente (LAMEGO, 1940; MAACK, 1947; BIGARELLA, 1949, 1964, 1978; SALAMUNI, 1969 e BIGARELLA et al., 1975).

Com a relativa estabilização dos fenômenos da tectônica rígida, foi iniciado o processo de retificação da linha da costa, através de sedimentos inconsolidados do Pleistoceno Superior e do Holoceno, formando os cordões litorâneos que se desenvolveram em direção ao mar, sobre a plataforma continental (ANGULO, 1991).

De acordo com BIGARELLA (1946, 1954, 1964, 1978) e AB'SÁBER (1957), a curva de flutuação de nível marinho dos últimos 6.000 anos é extremamente variável, apresentando submergências e emergências que tornam complicada a explicação das faixas de restingas que formam a costa do Brasil Meridional. Entretanto, os terraços marinhos, efetivamente comprovados (restingas) de 9-11 m, 5-7 m e 3-4 m, são relativamente comuns, refletindo antigos níveis marinhos de 7-8, 3 e 1 a 1,5 m acima do atual. Por outro lado, acredita-se que a origem das areias da praia esteja ligada às flutuações climáticas do pós-glacial. Segundo BIGARELLA (1964) e AB'SÁBER (1977), o máximo da glaciação deu-se há cerca de 20.000 anos, quando o nível do mar situava-se em torno de 100 m abaixo do atual. Um degelo rápido iniciado há 16.000 anos, atingindo o presente nível do mar há 6.000 anos (transgressão Flandriana).

De acordo com HENRIQUES *et al.* (1986) e SILVA (1990), restingas e dunas de areia cobrem atualmente cerca de 5.000 km (79%) do litoral brasileiro. O termo restinga é amplamente utilizado na literatura concernente ao litoral brasileiro, apresentando diversos sentidos (RIZZINI, 1979; LACERDA et al., 1982; SUGUIO & TESSLER, 1984; WAECHTER, 1985; DILLENBURG, 1986). SILVA (1990) apresenta sinteticamente os diversos significados do termo, dentre eles, no **sentido geológico**, refere-se aos bancos de areia marginais à costa, de pequena elevação e largura regularmente constante por grandes

distâncias, constituindo-se muitas vezes de uma faixa arenosa, isolando total ou parcialmente uma baía ou lagoa e o oceano. Ainda neste sentido, o termo *restinga* é usado para designar depósitos costeiros de origens diversas, principalmente cordões arenosos litorâneos. SUGUIO & TESSLER (1984), propõem a substituição deste termo por outros mais específicos, levando em consideração principalmente a gênese destes depósitos, sugerindo a mudança do termo "*planícies de restinga*" por "*planícies de cordões litorâneos*", pois as planícies arenosas costeiras do Brasil, especialmente as situadas no sul e sudeste, quase sempre estão relacionadas aos cordões litorâneos regressivos, como resultado da interação de vários fatores, como fontes de areia, correntes de deriva litorânea, variações relativas ao nível do mar e armadilhas para retenção de sedimentos (MARTIN *et. al.*, 1987); no **sentido náutico**, é sinônimo de recife, significando banco de areia ou pedra em alto-mar, constituindo-se em um obstáculo à navegação. Neste caso, é pouco utilizado entre os pesquisadores da área de botânica e ecologia; no **sentido fitogeográfico, botânico ou ecológico**, usa-se para designar todas as formações vegetais que ocorrem sobre as planícies quaternárias litorâneas, incluindo ou não as situações encontradas nas zonas de praia, antedunas e dunas frontais. Com **sentido ecológico**, indica o conjunto de fatores bióticos e abióticos que interagem sobre as planícies arenosas costeiras do Brasil, indicando um ecossistema com características peculiares que o distingue de todos os demais ocorrentes na região costeira. Dentro desta região, Löefgren, 1896, utiliza o termo *nhundu* ou *jundu* para designar a vegetação lenhosa caracterizada por arbustos baixos, esclerófilos e aparentemente xerófitos, ocorrente em solos bem drenados, na zona adjacente às praias (RIZZINI, 1979; HUECK, 1972); este termo, em literatura recente não é mais utilizado. Além disso, no RS, o termo é empregado para definir pequenos riachos com margens florestadas, sendo porém de caráter apenas regional, (WAETCHER, 1985).

Esses ecossistemas apresentam complexidade estrutural e diversidade biológica só comparáveis às florestas pluviais tropicais (RAWITSCHER, 1944; DANSEREAU, 1948; ANDRADE, 1967; MORI *et al.*, 1981; ARAÚJO & LACERDA, 1986; HENRIQUES *et al.* 1986 e ARAÚJO, 1987).

### Solo

No litoral paranaense predominam solos das classes Podzol Hidromórfico, Areias Quartzosas, Latossolo Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo, Cambissolo e Solos Hidromórficos, de formação litológica e geológica do holoceno e sedimentos arenosos, marinhos (EMBRAPA-IAPAR, 1984 e IPARDES, 1989). SILVA (1990), estudando a vegetação da restinga da Ilha do Mel - PR, encontrou caxetais em Podzol Hidromórfico e ZILLER (1992), em Solo Orgânico e Podzóis.

A planície, em grande parte, apresenta-se como formação humosa desenvolvida às custas das "vasas" brejosas, entremeadas por camadas de areia, provavelmente de origem



eólica. Ao passo que os solos mais interiorizados são argilosos, provenientes de rochas pré-cambrianas ao norte e paleozóicas ao sul (BIGARELLA, 1957; NOGUEIRA & TRICART, 1959).

Nas partes baixas e abaciadas de relevo plano, com altitudes máximas de 50 m, o material de origem é composto por acumulações orgânicas residuais recentes, cuja constituição depende do tipo de formação vegetal da qual deriva e das ações biológicas que nela se processam, podendo haver adição de materiais finos, em proporções variáveis. Estes solos ocorrem principalmente ao norte de Guaratuba, ao noroeste da baía de Laranjeiras e em parte da várzea mal drenada do rio Sai-Guaçu, no limite com o Estado de Santa Catarina, com inclusões de Cambissolo, Podzol, Solos Indiscriminados de Mangue, Latossolo Vermelho-Amarelo, Solos Tiomórficos, além de afloramentos de rochas (BIGARELLA, 1957, EMBRAPA, 1984).

De acordo com o IBGE (1990), na Região Sul estes solos desenvolvem-se sob Vegetação Pioneira e Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas ou Aluvial, ocupando uma área de 17.593 km<sup>2</sup>, correspondendo a 3,0% da área total.

A EMPRAPA/IAPAR (1977, 1984) e LEITE & KLEIN (1990) consideram esses ambientes como de Solos Orgânicos, ou seja, aqueles solos hidromórficos muito mal drenados, essencialmente orgânicos, pouco evoluídos, provenientes de acumulações orgânicas com grau variável de decomposição, em ambiente palustre. São solos com horizontes orgânicos que podem ou não serem subdivididos, sobrepostos ao material mineral. O horizonte orgânico (H) possui normalmente espessura maior que 30 cm, com coloração preta e baixa densidade. A textura é variável de um local para outro, assim como as características a ela relacionadas. Apresentam reação fortemente ácida, baixa saturação de bases, alta saturação com alumínio trocável (caráter álico), alta capacidade de troca de cátions, além de má drenagem, uma vez que estes solos são desenvolvidos sob condições de permanente encharcamento, com lençol freático na superfície ou próximo dela, durante grande parte do ano. Muitos desses fatores limitam o seu uso para cultivos anuais.

### **Vegetação**

Embora os vegetais sempre dependam da natureza do substrato, em certas comunidades o solo assume maior importância, em outras, o clima e há aquelas que simultaneamente exigem solo e clima especiais. Desta forma, pode-se identificar os tipos de vegetação predominantemente edáficos, climáticos ou edáfo-climáticos (RIZZINI & PINTO, 1964 e RIZZINI, 1976-1979).

VELOSO & KLEIN (1957, 1959, 1963), KLEIN (1961, 1984) consideram que a composição e a estrutura das comunidades de diferentes condições edáficas e topográficas são determinadas pelas espécies seletivas hidrófilas, higrófilas ou xerófilas.

Para RAWITSCHER (1942, 1944), HERTEL (1959), COUTINHO (1962), MAACK (1968), WETTSTEIN (1970), HUECK (1972), FERRI (1980), MORI *et al.* (1981), LACERDA (1982), WAECHTER (1985) e HENRIQUES *et al.* (1986), a restinga, de um modo geral, desenvolve-se a partir da planície litorânea arenosa, atrás das dunas, aliando-se às vezes diretamente à formação manguezal, sendo então intercalada por faixas pantanosas, lagoas abertas e planície de gramíneas. Nos estuários e baías onde a sedimentação deposita partículas mais finas, formam-se solos favoráveis ao mangue. Este somente ocupa a faixa de maré, sendo os outros depósitos limosos, argilosos e turfosos (desprovidos de quantidades apreciáveis de sal), cobertos por formações palustres geralmente herbáceas. Tratando-se de estágios iniciais da sucessão na hidrossere e xerosserie, os biociclos de água salgada, água doce e terra interagem, atuando nas características das principais associações.

Nos ambientes pantanosos e de lagoas, instalam-se as comunidades vegetais, herbáceas, arbustos e árvores de estrutura hidro e higrofilica, constituindo-se numa hidrossere, cuja fase inicial de ocupação arbórea no litoral paranaense em solos orgânicos é dominada pela caxeta (*Tabebuia cassinoides*).

No Estado do Paraná, entende-se como caxetal, a associação vegetal com diversidade variada, onde *T. cassinoides* domina o estrato arbóreo, sendo exclusivo dos ambientes encharcados da planície litorânea, tanto no continente, como em algumas ilhas. Além de sua importância econômica, os caxetais são ecossistemas com características muito peculiares, constituindo-se na zona de transição entre o ambiente marinho e o continental, porém de água doce. De acordo com relatos de naturalistas do início do século, onde atualmente estas florestas são menos densas e dominadas pela caxeta, seriam em seu estado primitivo densas e compostas por altas árvores com troncos e galhos cobertos de epífitas (VELOSO & KLEIN, 1957, 1959; NOGUEIRA & TRICART, 1959; REITZ, 1961; LEITE & SOHN, 1974 e ARAUJO & LACERDA, 1987).

De acordo com a Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um Sistema Universal por VELOSO *et al.* (1991), os caxetais fazem parte do Sistema Edáfico de Primeira Ocupação, anteriormente classificados por VELOSO & GÓES FILHO (1982) como Áreas de Formações Pioneiras e atualmente, pelo IBGE (1992), como Formações Pioneiras com influência fluvial. Estão situados ao longo do litoral, nas planícies fluviais e mesmo ao longo das depressões aluviais (pântanos, brejos, lagoas e lagunas). Os terrenos são instáveis cobertos por uma vegetação em constante sucessão de terófitos, criptófitos (geófitos ou hidrófitos), hemicriptófitos, caméfitos e nanofanerófitos. A vegetação é de caráter edáfico, ocupando os terrenos rejuvenescidos pelas seguidas deposições de areias marinhas nas praias e restingas, os aluviões flúvio-marinhos nas embocaduras dos rios e os solos ribeirinhos aluviais e lacustres. Tal designação prende-se a uma tentativa de conceituar comunidades localizadas, sem ligá-las aprioristicamente às regiões ecológicas climax, pois a vegetação que ocupa uma área com solo em constante rejuvenescimento, nem sempre indica

estar a caminho da sucessão para o clímax da região circundante. São exemplos as vegetações da orla marítima e dos pântanos, ambas semelhantes entre si, em qualquer latitude ou longitude do País, sempre com plantas adaptadas aos parâmetros ecológicos do ambiente pioneiro. Isto sugere possivelmente a ligação destas comunidades a famílias e gêneros do universo tropical psamófilo e hidrófilo, através da dispersão de seus ecótipos, ou seja, através da adaptação ao ambiente especializado tropical, cujos fatores limitantes em geral determinaram ecótipos de distribuição universal (VELOSO *et al.*, 1991).

CLEMENTS (1916 e 1936) e CLEMENTS *et.al.* (1929) observam que o emprego do termo pioneiro em vez de edáfico, prende-se ao dinamismo atual dos ecossistemas que nele foram incorporados. É evidente que o tempo de duração destes ecossistemas é imprevisível, pois as áreas ocupadas por estas formações são de história geológica recente e ainda dependentes de fatores bastante instáveis, entre eles o solo. Assim, o equilíbrio ecológico destas formações pode ser naturalmente rompido num tempo relativamente bem mais curto que o das áreas dependentes de fatores mais estáveis.

Os caxetais fazem parte da vegetação com influência fluvial, onde as comunidades vegetais das planícies aluviais refletem os efeitos das cheias dos rios ou das depressões alagáveis permanentemente. Esta situação pode ocorrer também no sistema edáfico com influência marinha, ou seja, nas depressões da restinga. Considera-se também a grande variedade de ambientes circunscritos a esta formação, dentre os quais se destacam pela sua importância fisionômica, a faixa de praia, as dunas instáveis, as dunas fixas, as áreas aplainadas e plano deprimidas e os costões rochosos. Conjuntamente compreendem 8.500 km<sup>2</sup>, dos quais restam hoje cerca de 6.000 km<sup>2</sup>, distribuídos pela planície litorânea, principalmente no RS, incluindo as Formações Pioneiras de Influência Marinha (Restinga). Estas são as formações vegetais sob influência direta do mar, distribuídas por terrenos arenosos do Quaternário recente, geralmente com algum teor salino, sujeitos à intensa radiação solar e acentuada ação eólica (LEITE & SOHN, 1974 e LEITE & KLEIN, 1990).

IPARDES (1989) inclui a caxeta na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas em solos hidromórficos gleizados.

JESUS (1987) descreve a floresta de várzea de Linhares, ao norte do Espírito Santo, como "uma formação que margeia os cursos d'água, com uma aparência mista, isto é, uma vegetação constituída por palmeiras, principalmente *Euterpe edulis*, e árvores, com predominância de *T. cassinoides*. Onde esta espécie é gregária e a sua "floração vermelho-sangue" empresta à formação um colorido extasiante" (o que não coincide com a descrição botânica para a espécie). Na medida em que se aproxima dos cursos d'água, há dominância das palmeiras e em seguida uma vegetação graminóide. Próximo à Mata dos Tabuleiros observa-se a maior frequência de *Parkia pendula* (jueirana-vermelha).

LAROCHE (1976) relata que as tabebuias se encontram nas áreas florestadas alagadas e remanescentes da Baixada de Jacarepaguá, sendo uma vegetação típica de ambiente paludoso, com solo turfoso. O estrato arbóreo é composto por espécies das

famílias Clusiaceae, Sapindaceae, Myrtaceae e Myrsinaceae, onde frequentemente estão cobertas por epífitas. Outros elementos associados às tabebuias são *Bactris lindmaniana* Drude, *Achrostichum* sp e *Typha domingensis* (Pers.) Kunth.

GALVÃO *et al.* (1987), RODERJAN & KUNIYOSHI (1988), RODERJAN *et al.* (1989 a, b), GALVÃO & KUNIYOSHI (1991) e ZILLER (1992) observaram a presença da caxeta nas planícies, formando associações densas, tanto nas Formações Pioneiras de influência fluvial, como na Floresta Ombrófila Densa Aluvial e de Terras Baixas, nestes dois últimos casos, associada e já dominada por *Calophyllum brasiliense* Camb. (guanandi). Estas ocorrências foram observadas em florestas primárias alteradas e nas secundárias, sempre em locais brejosos.

ZILLER (1992), através da análise fitossociológica de cinco caxetais no litoral do Paraná, constatou diferentes fases sucessionais, baseando-se em critérios fisionômicos, estruturais e florísticos da população arbórea. Assim, após a fase das espécies herbáceas (tifáceas, zingiberáceas, ciperáceas), a primeira espécie arbórea a se instalar nesses ambientes é a *T. cassinoides* que com o decorrer do tempo, em função das modificações ambientais, é suprimida. Deste modo, esta comunidade vegetal, não será mais uma Área de Formação Pioneira, passando a ter as características da Floresta Ombrófila Densa Aluvial ou de Terras Baixas, dominada pelo guanandi. No entanto, ZILLER (1992) considera os caxetais como uma floresta subclimácica, localizada e especializada em um estágio seral de uma hidrossere, já que pelos padrões normais levaria muito tempo para chegar à uma mesossere.

SILVA (1990), abordando a composição florística e fitossociológica de um trecho de floresta de restinga na Ilha do Mel (Paranaguá-PR), observou as comunidades vegetais ao longo de um curso de água permanente, em substrato arenoso e paludoso. Sendo que, apenas no paludoso, sujeito às inundações do rio, com árvores mais altas, espaçadas e menos ramificadas, *T. cassinoides* está entre as espécies de maior valor de importância. Já, ZILLER (1992) observou que na área de transição restinga úmida-seca (tensão ecológica), ocorre maior diversidade florística, onde os contatos edáficos constituem num mosaico específico, com transições florísticas, comparativamente às bordaduras, sendo que nos podzóis, a vegetação ainda é a de influência marinha e nos locais com predominância de solos orgânicos, a vegetação é de influência aluvial (caxetais).

## 2.2 CONSIDERAÇÕES TAXONÔMICAS E MORFOLÓGICAS

*Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC pertence à família Bignoniaceae. A família é considerada uma das mais recentes do ponto de vista filogenético. Fósseis de membros típicos ocorreram após o início da Era Cenozóica e grãos de pólen são encontrados em depósitos fósseis do período médio do Eoceno (GENTRY, 1980).

A família Bignoniaceae foi primeiramente descrita por *Linnaeus* com apenas dois gêneros, posteriormente outros foram acrescentados (SANDWITH, 1938, 1953, 1955, 1958, 1962, 1962a; GÓMEZ, 1951, 1955, 1957; BUNCHINGER, 1960 e GENTRY, 1969).

De acordo com CRONQUIST (1969), GENTRY (1973, 1973a, 1980, 1992) e BARROSO (1991), a família está representada por 8 tribos, 113 gêneros e 800 espécies. Embora pantropical, e mesmo incluindo algumas regiões temperadas representativas, é predominantemente neotropical, onde está representada por 620 espécies, ou seja, 78% do total (800 espécies).

GENTRY (1973, 1979, 1980) e BARROSO (1991) consideram o Brasil como centro de dispersão da família como um todo. Citam cinco principais regiões de dispersão, cada qual com um número apreciável de espécies endêmicas: a) a América Central e parte da América do Sul, que se estende da Venezuela até o Norte da Argentina, através dos Andes, constitui-se em uma unidade muito homogênea; b) as terras baixas da Amazônia; c) o litoral brasileiro, muito rico em endêmicas; d) a Região da Guiana e e) os Cerrados e Caatingas do Brasil.

Mesmo ocorrendo em habitats secos, úmidos e encharcados, o número de espécies em ambientes méxicos é maior, pois nas comunidades secas ou encharcadas não ocorrem mais do que 20 espécies (GENTRY, 1980).

A família é predominantemente lenhosa e tem vários gêneros com grandes árvores, arbustos e muitas lianas. As tribos foram caracterizadas de acordo com seus frutos, por suas cápsulas deiscentes perpendiculares ao septo. O gênero *Tabebuia* pertence à tribo *Tecomeae*, com maior representatividade na América do Sul, incluindo 34% (215) das espécies do novo mundo, distribuídas em 20 gêneros com muitas espécies lenhosas de importante valor econômico como produtoras de madeira, ornamentais e mais recentemente como medicinais (MARTIUS & EICHLER, 1897; SANDWITH, 1938; GENTRY & TOMB, 1979; GENTRY, 1969, 1973, 1980, 1992; SANDWITH & HUNT, 1974; JOLY, 1987; CRONQUIST, 1981 e BARROSO, 1991).

Quanto ao gênero *Tabebuia*, o primeiro taxonomista a usar na literatura o termo "tabebuia", à contração de "tacyba bebuya", foi Antonio Gomes em 1803, significando madeira de formiga ("ant wood") na língua tupi, pela presença de formigas nos galhos ôcos de *T. cassinoides* (CORREA, 1936 e GENTRY, 1992). Embora, Gomes seja considerado o autor do gênero *Tabebuia*, na realidade estava descrevendo uma nova espécie de *Bignonia* de folha simples, *Bignonia uliginosa* (*B. tabebuya* Vellozo; *T. uliginosa* (Gomes) DC), indicado claramente por SANDWITH (1955). No entanto, o primeiro uso real de *Tabebuia*, como um nome genérico foi dado por De Candolle em 1838. *Tabebuia* provém do nome indígena de *Tabebuia uliginosa*, conforme citam MARTIUS & EICHLER (1896-1897), SANDWITH & HUNT (1974), REITZ *et al.* (1978) e BARROSO (1991).

Apesar de ter sido objeto de estudos extensos por vários autores, como SPRAGUE & SANDWITH (1932), RECORD & HESS (1940), GÓMEZ (1951, 1955, 1957),

SANDWITH (1948, 1953, 1955, 1958, 1962, 1962a), DUGAND (1954), GENTRY (1969, 1970, 1973, 1989, 1992), BUCHINGER (1960), MEEUSE (1961), MATTOS (1970) e SANDWITH & HUNT (1974), entre outros, o gênero ainda permanece como assunto de muita controvérsia, sendo um dos mais complexos e seus conceitos taxonômicos têm variado muito através dos anos.

Para o gênero, RIZZINI (1971) cita cerca de 60 espécies e SANDWITH & HUNT (1974) e GENTRY (1992), cerca de 100 que habitam a América tropical, desde o México, alcançando o Rio Grande do Sul, até o norte da Argentina. No Brasil é o maior gênero, com 48 espécies (GENTRY, 1980, 1992), sendo predominantemente arbóreas, cuja madeira é de grande importância econômica em qualquer região de ocorrência, apresentando uma ampla variação na aparência e propriedades (MARTIUS & EICHLER, 1857; RECORD & HESS, 1940; SANDWITH & HUNT, 1974 e BARROSO, 1991). Além disso, GENTRY (1992) observa que em função das propriedades químicas da casca, tem sido utilizada em tratamentos contra câncer, considerando também que há um certo exagero de seu uso pela fitoterapia.

Anteriormente, o gênero *Tabebuia* era dividido em dois outros gêneros: *Tecoma*, que incluía as madeiras escuras e de alta densidade e *Tabebuia* as madeiras claras e de baixa densidade da região litorânea do Brasil.

RIZZINI (1971) considera no gênero *Tabebuia*, as espécies brasileiras de interesse dendrológico, as de madeira dura, com folhas digitadas, cápsula linear ou cilíndrico linear, contendo lapachol, com corola amarela e corola róseo-violácea; as de madeira branca e mole, sem lapachol, com folhas simples, cápsula mais ou menos tetrágona, arvoreta paludícola, cálice liso, medindo 1-2 cm de comprimento, cápsula até 15 cm de comprimento (*T. cassinoides*) e arvoreta silvestre, cálice costulado, medindo 2,5-3 cm, cápsula 15-32 cm comprimento (*T. obtusifolia* (Cham.) Bur.). GENTRY (1992) observa que as duas espécies são intimamente relacionadas, distinguindo *T. obtusifolia*, como sendo de ambiente de terra firme e polinizada por morcegos. MARTIUS & EICHLER (1896-1897) observam que ambas contrastam com as demais espécies brasileiras, do gênero, por suas folhas simples.

**Posição taxonômica da espécie:** A produção de flores gamopétalas, o desenvolvimento de sementes dentro de um carpelo fechado e a formação de xilema secundário e floema leva a classificação das *Bignoniaceae* à divisão *Spermatophyta*, subdivisão *Angiospermae*, classe *Dicotyledoneae*, subclasse *Metachlamydeae*, de acordo o Sistema de ENGLER (1964).

A proposta de Bureau e Schuman (1895), enquadrando o gênero *Tabebuia* como parte da família *Bignoniaceae*, é a que tem sido adotada pela maioria dos botânicos (TAKHTAJAN, 1969, SANDWITH & HUNT, 1974, BARROSO, 1991, GENTRY, 1992). Assim, de acordo com o Sistema de CRONQUIST (1981), a taxonomia de *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC obedece a seguinte hierarquia:

Divisão *Magnoliophyta*  
 Classe *Magnoliopsida*  
 Sub-classe *Asteridae*  
 Ordem *Scrophulariales*  
 Família *Bignoniaceae* Jussieu, 1789  
 Tribo *Tecomeae* Endl.  
 Sub-tribo *Tecomineae* Bur. et Schum.  
 Espécie *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC

A espécie, ao longo do tempo, passou por várias revisões taxonômicas, sendo classificada com a seguinte sinonímia (MARTIUS & EICHLER, 1896-1897 e GENTRY, 1973, 1992):

*Tabebuia cassinoides* (Lamarck) A.P.DC.(Prod.9:213.1845)  
*Tabebuia Cassinoides* A.Pyr. de Candolle. 1845  
*Bignonia cassinoides* Lamarck. 1785  
*Catalpa cassinoides* (Lam.) Sprengel. 1825  
*Tabebuia leucantha* Gomez ex Saldanha da Gama  
*Tabebuia uliginosa* (Gomes) Pyr.DC.1845  
*Bignonia tabebuya* Vellozo.1831  
*Tecoma uliginosa* Martius ex A.P.de Candolle. 1845.  
*Bignonia uliginosa* Gomes (1802)  
*Spathodea magnolioides* Chamisso. 1832  
*Tabebuia magnolioides* (Cham.) Miers. 1863

O TIPO utilizado para a descrição do gênero *Tabebuia* Gomes ex DC., Bibilioth Universelle Genève, ser.2, 17: 130., e na Revista Bignoniaceae, n. 14, 1838, segundo GENTRY (1969, 1973, 1992) foi *T. uliginosa* (Gomes) DC = *T. cassinoides* (Lam.) DC.

MARTIUS & EICHLER (1896-1897), na descrição original de *T. cassinoides*, citam o hábitat natural da espécie, os ambientes paludosos do Rio de Janeiro-RJ e Santos-SP. Em intenso trabalho bibliográfico, CARVALHO (1992) cita a ocorrência natural da caxeta no litoral de Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, entre as Latitudes 08°S (PE) a 26°30'S (SC). Enquanto GENTRY (1992) observa que ocorre no litoral do Brasil, do Espírito Santo ao Paraná, restrita à água doce, formando comunidades puras, próximas ao nível do mar.

Quanto às características morfológicas, *T.cassinoides* é descrita como árvore mediana de 4-18 m de altura e 20-30 cm de DAP, copa pequena, paucifoliada (RIZZINI, 1971; LAROCHE, 1976; REITZ *et al.*, 1978; INOUE *et al.*, 1984; CARVALHO, 1992 e GENTRY, 1992). No período de escolha dos locais para coleta de material para o presente estudo e mesmo em outros trabalhos (RODERJAN *et al.*, 1987, 1989; KUNIYOSHI & RAMOS, 1979 e ZILLER, 1992) observaram indivíduos que ultrapassavam 20 m de altura, com DAP superior a 1 m e outros, com diâmetro em torno de 50-80 cm e com alturas entre 18-20 m, em locais pouco explorados.

O caule apresenta o ritidoma de cor clara acinzentada, com fissuras superficiais longitudinais, finas (4-8 mm), com lenticelas pouco evidentes e sua descamação é em pequenas lâminas. Internamente é esverdeada, junto ao fino ritidoma e mais internamente, é

amarelada, com fibras longas e reticuladas, sem odor ou gosto distintos. O ramo é cilíndrico, lenticeloso, estriado, glabro e os galhos, quando jovens, são achatados e lepidotos (RIZZINI, 1971; REITZ *et al.*, 1978; RODERJAN & KUNIYOSHI, 1988; ZILLER, 1992; CARVALHO, 1992 e GENTRY (1992).

MARTIUS & EICHLER (1896-1897) descrevem como uma espécie provida de raízes aéreas na base do tronco que servem de escora, o que é confirmado por RODERJAN & KUNIYOSHI (1988) e ZILLER (1992), considerando o fato de crescerem em áreas hidromórficas.

Quanto às folhas são simples, inteiras, espessas, coriáceas, opostas, lâminas oblongas ou obovado-oblongas, oblongo-lanceoladas, obovado-elípticas, de superfície venosa-reticulada, fortemente lepidota, ápice obtuso, base cuneada, lâmina 16-20 (5-23) cm de comprimento por 2,5-8 cm de largura, margem revoluta (MARTIUS & EICHLER, 1896-1897). De modo geral, é descrita também como uma espécie de folhas glabras, no entanto, a descrição de MARTIUS & EICHLER (1896-1897) é muito clara quanto à presença de pêlos (tricomas, escamas) escamosos e glandulosos, tanto nas folhas como nos galhos e ramos. GENTRY (1992), ainda observa, como glabra ou lepidota, com conspícuas glândulas na base, sobre cada lado do ápice do pecíolo de 0,5-2 cm de comprimento, densamente lepidoto (FIGURAS 1 e 2).

*T. cassinoides* é descrita geralmente como caducifolia, sendo que CARVALHO (1992) a caracteriza como uma árvore perenifolia a semicaducifolia, com ramificação simpodial, copa pequena. KUNIYOSHI (1974), KUNIYOSHI & RAMOS (1979), INOUE *et al.* (1984), RODERJAN *et al.* (1987, 1989), RODERJAN & KUNIYOSHI (1988) não observaram caxetais sem folhas, em trabalhos efetuados no litoral paranaense, constatando-se apenas uma certa decidualidade no período de seca, ou no período da floração.

MARTIUS & EICHLER (1896-1897), MEEUSE (1961), GENTRY (1973, 1980), LAROCHE (1976), REITZ *et al.* (1978), INOUE *et al.* (1984) e GENTRY (1992) caracterizam a espécie, como de inflorescência com poucas flores, em panícula corimbosa terminal, densamente lepidota ou ainda como cimosos trifloros ou dicásios dicotômicos pouco numerosos, com ráquis de 2-4 cm de comprimento, agregados nas pontas dos ramos, sem folhas ou com folhinhas novas; pedicelos 10-18 mm de comprimento, bibracteolados. As flores são brancas e vistosas, pouco numerosas, porém facilmente localizadas à distância. Florescem de setembro (primavera) em diante, estendendo-se até o verão, juntamente com os frutos que entre janeiro a março estão maduros, de maneira irregular. KUNIYOSHI & RAMOS (1979), observaram que no período de junho de 1976 a maio de 1979, em Morretes (PR), a caxeta florescia em novembro com maior intensidade e em fevereiro, com menor e sua frutificação ocorria da mesma forma em dezembro e abril respectivamente. De acordo com GENTRY (1992), as flores têm cálice campanulado, bilabiado, 15- 20 mm de comprimento, 8-12 mm de largura, densamente lepidoto, geralmente com glândulas discóides em campos mais ou menos definidos próximos ao centro. A corola é alva,





FIGURA 1 - Aspecto geral de um caxetal. A árvore, o caule e a raiz suporte de *T. cassinoides*.

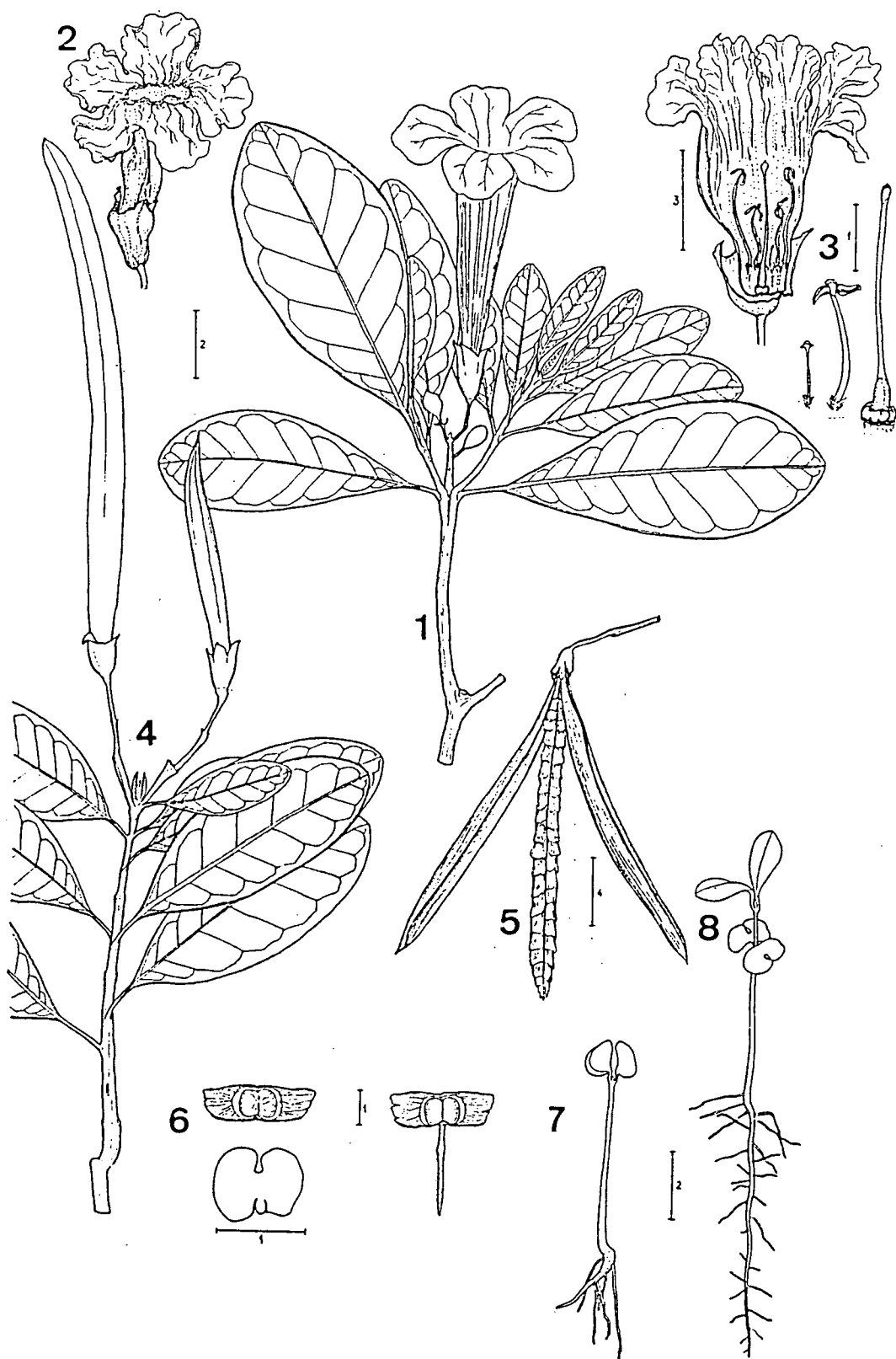


FIGURA 2 - Ilustrações de *T. cassinoides*: 1 ramo florido C. V. Roderjan 120), 2 e 3 flor e detalhes florais, 4 ramos com frutos (A. P. Pizani e Y. S. Kuniyoshi 24), 5 fruto, 6 semente e embrião, 7 plântula e 8 muda. Escala em cm.

delicada, ampla, tubular, infundibuliforme, 5,5-9 cm de comprimento, 1,5-1,8 cm de largura na boca do tubo, a fauce amarela, púrpuro-estriada, perfumada, infundibuliforme, com 4,5-6 cm de comprimento, os lobos 1,5-1,8 cm de comprimento, externamente glabros, subciliados, com alguns tricomas marginais. Internamente na inserção dos estames é puberula, medindo 6-9 cm. Os estames são didínamos 9-10 mm, inseridos a 15 mm da base da corola, os menores com 1,2-1,7 cm e os maiores, 2,3-2,7 cm; estaminódio de 10 mm; anteras glabras de 4-5 mm, ditecas, divaricadas; grãos de pólen simples, 3-colpados, exina finamente reticulada; o agente polinizador é a abelha; ovário de 6-7 mm, linear-oblongo, freqüentemente um tanto lepidoto, sobre um disco pateliforme de 1 mm de comprimento por 3-4 mm de largura, estilete com cerca de 4 cm de comprimento. Os rudimentos seminiais são numerosos, 2-multisseriados em cada lóculo.

O fruto é uma cápsula terete, linear-oblongo, com cerca de 13-15 cm (20-25 cm) de comprimento e 1-1,5 cm de diâmetro, base aguda atenuada, superfície levemente estriada, densamente lepidota, quando seca é acinzentada-castanha, com cálice persistente. A semente é bialada com 0,6-0,7 cm de comprimento, por 2,5-3 cm de largura, delgada, com alas membranáceas hialinas, largamente côncavo-convexas, com venação castanha; o corpo da semente é bem demarcado, apresentando coloração de cinza a castanho. A ala é irregularmente lobada ou angulosa ou denteada e amarelo-acinzentada. Entre antese e a maturidade, o fruto leva cerca de dois meses. A frutificação é satisfatória, porém a coleta é problemática, pois, além do ambiente pantanoso, a deiscência das cápsulas ocorre de um dia para outro, liberando as sementes que se disseminam com o vento (GENTRY, 1992).

Algumas informações complementares a respeito de *T. cassinoides* serão apresentadas a seguir:

**Nomes populares:** caxeta (PR), caixeta (SP, ES), pau-de-tamanco (ES, PR), pau-paraíba, tamanqueira (ES), tamancão, malacaxeta (SP, PR), pau-caxeta, pau-caixeta, pau-de-viola (PR), corticeira, tabebuia-do-brejo (RJ), caixeta-branca, caixeta-falsa (SP), caixeta-vermelha, ipê-branco, ipê-caxeta, pau-d'arco-roxo, pau-d'arco-branco, pau-d'arco-amarelo, tamanqueiro, tabebuia, tagibibuia (ES), taiaveuvia (ES), gaxeta (RJ).

Ainda existe uma multiplicidade de nomes vulgares que são aplicados sem muita distinção às várias espécies do gênero *Tabebuia*, o que dificulta relacionar um tipo aos nomes populares baseados na coloração das flores (ipê-amarelo, pau-d'arco-roxo, etc.), normalmente estão relacionados ao grupo das tabebuias de madeira dura, de cor escura, também conhecidas pelo nome genérico de ipê, quando se referem exclusivamente à madeira das mesmas.

Da Amazônia até o Estado da Bahia, os representantes do gênero *Tabebuia*, do grupo das madeiras duras, são chamados de pau-d'arco. Da Bahia até o extremo Sul do país a denominação é ipê. No Brasil Central, particularmente em Goiás e Mato Grosso, os nomes piúna ou piúva são aplicados ao gênero.

Por outro lado, as madeiras moles e claras são denominadas genericamente de caixeta ou ainda tabebuia, sem referência à cor das flores (MARTIUS & EICHLER, 1896-1897; SANDWITH, 1953; MAINIERI, 1958, 1973; WETTSTEIN, 1970; RIZZINI, 1971; HUECK, 1972; IPT, 1974; SANDWITH & HUNT, 1974; LAROCHE, 1976; REITZ *et al.*, 1978; RIBEIRO *et al.*, 1979; INOUE *et al.*, 1984; JOLY, 1987; MAINIERI & CHIMELLO, 1989; GOMES & MUÑIZ, 1986 e CARVALHO, 1992).

**Aspectos tecnológicos:** O Centro de Pesquisas Florestais do Setor de Ciências Agrárias da UFPR (SUDESUL, 1979) selecionou 15 espécies florestais nativas mais importantes e recomendadas para o reflorestamento na região Sul do Brasil, dentre elas *T. cassinoides*. Foram efetuadas descrições anatômicas macro e microscópica da madeira, estudo das propriedades físicas e mecânicas, secagem, permeabilidade e preservação, desdobro, trabalhabilidade e acabamento, viabilidade de laminação e propriedades dos compensados.

Nesse estudo preliminar qualitativo, caracterizaram a espécie como sendo de madeira com cerne e o alburno indistintos, coloração esbranquiçada ou creme clara, quase branca e uniforme; macia e porosa, não rachando ou empenando, mesmo quando exposta ao sol. Apresenta grã direita, superfície lisa e brilho pouco acentuado. A textura é fina a média, o cheiro e o sabor são indistintos. A 12% de umidade apresenta peso específico em torno de 0,29-0,40g/cm<sup>3</sup> (madeira leve). A retratibilidade e resistência mecânica são baixas. Seu uso só é limitado pela baixa resistência mecânica. Quando em contato com o solo, a durabilidade natural é muito curta, mas com boa penetrabilidade aos produtos preservativos. É bastante durável quando não exposta à umidade, sendo de fácil trabalhabilidade, com bom acabamento superficial e de aparência bastante atraente. A secagem é facilitada pela ótima estabilidade dimensional e pela ausência de tensões internas.

Produz lâminas atraentes, leves e de fácil manuseio. O compensado poderá ser utilizado para obras navais, para fins decorativos e outros usos. Para a produção de compensados recomenda-se a laminação da tora sem vaporização, o que pode ser considerado vantajoso (MAINIERI, 1958, 1973; CORREA & PENNA, 1975; SUDESUL, 1989; MAINIERI & CHIMELO, 1989 e CARVALHO, 1992).

A madeira da caxeta é muito utilizada para fabricação de lápis, substituindo o cedro americano (*Libocedrus decurrens*) nesta aplicação. Além disso, é usada para pasta de papel, pranchetas, violas, violões, brinquedos em geral, cepas de tamancos, saltos de sapatos, caixas finas, molduras para quadros, palitos de fósforo, coxos, gamelas, forros, móveis comuns, raquete de tênis, raquete de tênis-de-mesa, entre outras.

As raízes, brancas e compridas, substituem perfeitamente as da corticeira (*Annona glabra* L.) nas mesmas aplicações. Por serem esponjosas e muito leves, são utilizadas para fabricação de bóias, coletes salva-vidas, afiadores de navalhas e palmilhas (REITZ *et al.*, 1978 e INOUE *et al.*, 1984).

**Aspectos silviculturais:** A silvicultura da caxeta é pouco conhecida. Caracterizada como espécie de rápido crescimento e produtora de madeira leve com excelentes propriedades, sendo digna de maiores investigações em plantios experimentais (MAINIERI, 1958, 1973; SUDESUL, 1989; MAINIERI & CHIMELLO, 1989 e CARVALHO, 1992).

Ocupa preferencialmente o sub-bosque de florestas primárias e secundárias úmidas, sobre solos arenosos de drenagem deficiente, (observe-se aqui que não são solos arenosos e sim orgânicos, com substrato arenoso ou não) que constituem extensas áreas da planície litorânea do Estado do Paraná. Em plantios de enriquecimento, pode ser plantada juntamente com o palmito (*Euterpe edulis* Mart.) e o guanandi (*Calophyllum brasiliense*), espécies encontradas com abundância em ambientes semelhantes.

CARPANEZZI *et al.* (1986, 1988) consideram a caxeta como uma das espécies prioritárias para pesquisas silviculturais básicas, pelo seu potencial silvicultural, mesmo com problemas técnicos a resolver, indicando-a para a região litorânea de SC, em altitudes inferiores a 400 m. No Paraná, segundo SUITER-FILHO (1969) e CARVALHO (1992), há grande interesse pela silvicultura e manejo da caxeta, sendo recomendada para plantios de comprovação no litoral do Paraná, em solos arenosos de drenagem deficiente. Apesar da frutificação satisfatória, a coleta de sementes é problemática, pois, além da dificuldade de acesso, devido ao ambiente paludoso, a deiscência das cápsulas é muito rápida, bem como sua disseminação. Frutos coletados ainda fechados, verdes, apresentam sementes com germinação ótima (85-90%). A extração das sementes é manual; após secagem leve, a deiscência se processa naturalmente; cada cápsula tem em média 100 sementes. Após o beneficiamento, um quilograma fornece em torno de 35 a 45 mil sementes. Não há necessidade de tratamento pré-geminativo, porém, como a maioria das bignoniáceas, sua longevidade é reduzida, tanto em ambiente normal como em armazenamento.

RAMOS (1981) testou 5 tipos de embalagem para armazenamento de sementes, com avaliações trimestrais durante 12 meses. Constatou que, para o armazenamento em temperatura ambiente, as embalagens permeáveis (sacos de papel multifoliado e sacos de tela de algodão) foram as mais favoráveis, enquanto que em câmara fria, sacos plásticos e vidro deram melhor resultado. As sementes utilizadas neste experimento tinham uma umidade inicial de 17,6% e foram secas à temperatura de 42°C, em estufa, durante 3 horas, até atingirem 8,7% de umidade. A germinação inicial, tanto em câmara fria como em temperatura ambiente foi de 84-86%, e após 12 meses, 0-60%, sendo os tratamentos em recipientes impermeáveis os mais eficientes.

Segundo SUITER-FILHO (1969) e CARVALHO (1992), a semeadura pode ser feita tanto em sementeiras com posterior repicagem, como diretamente em recipiente, geralmente em saco de polietileno, com dimensão mínima de 20 cm de altura por 7 cm de diâmetro. A germinação é fanerocotiledonar (epígea).

Sua reprodução é grandemente facilitada pela propagação vegetativa através de estacas, sendo necessária a definição de técnicas adequadas para este fim. SUITER-FILHO

(1969), GUERRA *et al.* (1984), BENETTON *et al.* (1991) e CARVALHO (1992) recomendam estacas de no mínimo 13 mm de diâmetro, sem a necessidade de aplicar ácido-indolacético (AIA). No entanto, a porcentagem de enraizamento é de apenas 38,3%, em média, para estacas basais, sem aplicação do AIA; poderá ser aumentada através de experimentos complementares que levem em consideração outras técnicas e fontes de auxinas, a época de coleta e o tipo de estaca.

O comportamento da caxeta em plantios é pouco conhecido e as tentativas foram mal sucedidas. Esta espécie não aceita seca superior a um mês, bem como ser estabelecida em locais não encharcados e com alta salinidade, por esta razão é recomendado o sistema de adensamento ou a condução das rebrotas, até que haja informações mais concretas.

A regeneração da caxeta não se processa bem em áreas muito densas. A semente não consegue chegar ao solo, ficando sobre uma lâmina de água permanente com profundidade de 20-40 cm. Em áreas exploradas, se após o corte forem deixadas no mínimo três árvores/ha, há intensa regeneração via generativa. A semente com um simples pisoteio atinge o solo, com densa camada de húmus. As nascidiças são mais vigorosas e numerosas do que na área não explorada. A expectativa é que, após 15-20 anos de adensamento, possa fazer novo corte, com diâmetro médio de exploração de 25 cm, desde que as rebrotas sejam manejadas adequadamente.

As condições biológicas da espécie fora de seu hábitat, em ambiente de montanha, no Alto da Boa Vista (altitude de 365 m), entre a vertente da Guanabara e Lagoa da Tijuca, as plantas se adaptaram bem (LAROCHE, 1976). Em Ilha Solteira (SP), após um ano de plantio em espaçamento 3x3 m, a altura média foi de 2 m, variando entre 0,90-4,0 m (BENETTON *et al.* 1991).

A caxeta na fase juvenil é esciófila facultativa, comportando-se como heliófila quando adulta, sendo muito sensível ao frio. Quanto ao hábito de crescimento, apresenta ramificação irregular, sem dominância apical definida. Após o corte, apresenta brotação intensa, podendo ser manejada pelo sistema de talhadia, apresentando ainda desrama natural.

Como a exploração da caxeta é feita de forma extrativista, facilitada pelo sistema de talhadia, não existe um exato conhecimento da peridiocidade de corte, nem quantas vezes o mesmo é economicamente viável. Segundo depoimentos de caxeteiros antigos do litoral paranaense, a rotação era em torno de 15-20 anos e atualmente entre 10-15 anos.

Em caxetais adultos, 6 meses após o corte, nota-se o recobrimento da área pelo desenvolvimento intenso das brotações. A germinação e a rebrota exigem alta luminosidade, todavia a muda deve crescer em ambientes um tanto sombreados, senão sua arquitetura terá o aspecto de um "arbustão", (ramificação baixa, com 6-8 rebrotas), prejudicando o rendimento da madeira (CARVALHO, 1992). Por isso, após um ano, geralmente desbrota-se, deixando apenas os dois brotos mais vigorosos que estarão prontos para corte por volta de 10-15 anos. O manejo sustentado da caxeta deve prever a coexistência de plantas de diferentes idades. Segundo LAROCHE (1976), pesquisando a distribuição e situação atual

de *T. cassinoides* e *T. obtusifolia*, na Baixada de Jacarepaguá, Rio de Janeiro, cortes sucessivos e precoces debilitam fisiologicamente os indivíduos.

SOBOLL (1991) ressalta que as opções de manejo exigem conhecimento prévio das características locais, da biologia da população e estudos sócio-econômicos, tanto sobre a ocupação de mão-de-obra local, como a existência de mercado para os produtos. Pois, é na exploração de uma espécie que a diversidade biológica acaba por ficar comprometida, acarretando um desequilíbrio, cuja correção, além de ser parcial, exige investimentos de vulto.

**Aspectos sócio-econômicos:** A utilização mais nobre da caxeta é para a fabricação de lápis de alta qualidade que são exportados para o Canadá, Inglaterra e Itália.

A utilização desta espécie, como matéria-prima para este fim, no Brasil, iniciou na década de 1950, pela Faber & Castell, como alternativa de substituição ao cedro americano, *Libocedrus decurrens*, devido aos altos custos de importação. Em 1986 surgiu uma outra alternativa, denominada "gelotong" ou "jelutong", *Dyera costulata* (Miq.) Hook f., (Apocynaceae) vinda das áreas úmidas da Ásia, para substituir o cedro americano. Estas duas madeiras foram consideradas universais para a produção de lápis de qualidade, embora o cedro tenha restrições de corte, em função da legislação ambiental americana.

Segundo avaliação da indústria, utilizando-se uma escala de 0-10, para quantificar matérias-primas para a fabricação de lápis, o cedro americano recebeu nota 10, a caxeta 9, o "gelotong" 8 e o *Pinus* entre 5 e 6.

No Paraná, a exploração da caxeta foi também iniciada pela Faber & Castell (1950), com um ciclo de corte entre 12-15 anos, com DAP acima de 15 cm. Em função do sistema de exploração, as reservas naturais de caxeta foram diminuindo, tornando esta atividade pouco lucrativa à empresa, resultando na desativação de investimentos no Estado, passando para outra empresa. Esta, a partir da última década, continuou com a atividade extrativista nas comunidades remanescentes, tornando mais escassa a matéria-prima. Para aumentar a produtividade, encurtaram o ciclo de exploração em torno dos 8-10 anos e com um DAP inferior a 12 cm. No geral, a exploração dos caxetais nativos do Estado contribui com 70% do consumo das serrarias do litoral.

BENETTON *et al.* (1991) realizaram pesquisas sócio-econômicas no Vale do Ribeira, em Iguape, Registro e Pariquera-Açu (SP), sobre as relações que envolvem a atividade extrativista, desde a extração à industrialização. Constataram que, em relação ao emprego de mão-de-obra no Vale do Ribeira, são gerados atualmente 225 empregos diretos, sendo 20% na fase de extração e 80%, no desdobro da madeira. É considerada a melhor alternativa para o período de proibição da pesca da manjuba, a principal atividade do Município de Iguape.

Para SOBOLL (1989), do ponto de vista de emprego, é flagrante o descumprimento da legislação trabalhista junto às serrarias que desdobram caixeta, instaladas na região. Já

sob a ótica econômica e ambiental, a extração e desdobro da caxeta, na forma como vem sendo realizada, mostra-se pouco eficiente e bastante predatória. No processo de desdobro há uma perda superior a 70% da matéria-prima. Estima-se que, para atingir a produção média mensal verificada em 1988, tenha sido necessário o corte de aproximadamente 17.791 árvores/mês, com DAP médio de 20 cm. Considerando-se uma extração média de 60 m st/ha, para atender à demanda média, seria necessário o corte de um caxetal de 35 ha/mês, dos quais aproximadamente 24 ha seriam convertidos em refugio nas serrarias.

De acordo com KRONKA (1989), verificou-se, na caracterização sócio-econômica sobre a extração e desdobro da caxeta, que como quase todas as atividades extrativas, somente a menor parcela do valor agregado fica na região. O autor estimou que, nas várias etapas para a produção de lápis de caxeta, de cada cruzeiro recebido (1US\$ = Cr\$ 23,27) por um caxeteiro no processo de extração, 43 cruzeiros são gerados na serraria, 2.455 cruzeiros na indústria e adicionalmente 2.500 cruzeiros no comércio varejista. Ou seja, a cada cruzeiro recebido pelo caxeteiro são gerados no final do processo 4.998,00 cruzeiros, ficando na região apenas 0,88% da riqueza. Mesmo assim alguns empresários, segundo BENETTON *et al.* (1991), ainda comentam que o custo de exploração é muito alto, sendo o dobro ou mais do que o de *Pinus*, sem considerar a qualidade do produto gerado.

Em função disto, as atividades de extração e de desdobro vem decrescendo, onde no vale do Ribeira, em 1989, ouve uma redução da ordem de 65,6% em relação a 1988.

Através de entrevistas no litoral paranaense obteve-se, em abril de 1992, as seguintes informações:

- 1m st em pé = Cr\$ 9.500,00
- 1m st = 30-35 grosas = 5700 tabuinhas
- Com cada duas tabuinhas de 0,5 cm de espessura consegue-se produzir de 4 a 6 lápis, ou seja, com 1m st obtém-se 13.750 unidades de lápis.

Em outra entrevista constatou-se que:

- 1m st em pé = Cr\$ 10.000,00
- 1m st = 40 grosas
- custo do corte (17%) = Cr\$ 1.700,00
- custo de transporte = Cr\$ 1.280,00 por metro st
- metro st colocado na serraria em Paranaguá = Cr\$ 12.980,00
- uma equipe de 4 operários cortam 20 m st/dia e cortam e carregam 15 m st/dia.
- (1US\$ = Cr\$ 2.395,55)

KRONKA (1989) e SOBOLL (1989) consideram relevante a necessidade de pesquisas nas áreas de botânica e silvicultura, para que se efetive o manejo dos caxetais, visando a ampliação do uso desta matéria-prima, mediante a modernização desta atividade.

O extrativismo, além de gerar a sua autodestruição como atividade, constitui o corolário da pobreza do extrativista, a precariedade das condições de trabalho e de vida oferecidas a estes trabalhadores. Esta pobreza, num círculo vicioso, se liga ao analfabetismo, evasão escolar, doenças e relações de trabalho viciadas, onde a figura do intermediário que,



em alguns casos se vincula aos poderes municipais, depende da ligação de subordinação a um centro urbano maior. Isto acarreta um problema bastante comum, o da evasão de renda gerada, tanto sob a forma de um baixo valor regional adicionado, como pela sonegação de impostos, que comprometem não só as finanças municipais e o acesso da população aos equipamentos sociais, como também o próprio desenvolvimento da região (KRONKA, 1989 e SOBOLL, 1989).

SOBOLL (1989) define o manejo sustentado como *"uma alternativa de produção de bens em áreas naturais, sem a destruição do ecossistema e com vistas à manutenção do estoque genético básico, reponsável pela diversidade biológica"*.

Este modo de produção que utiliza a agricultura alternativa, a agrossilvicultura ou a agricultura biodinâmica, deve privilegiar a pequena unidade de produção, uma vez que esta, além de diversificar a produção e encontrar uma séria limitação de áreas potencialmente aptas ao cultivo, não apresenta o nível de capitalização exigido para o uso intensivo de insumos modernos.

A organização e o beneficiamento da produção, sem dúvida alguma, são pontos básicos para o sucesso do manejo auto-sustentado em pequenas unidades de produção. Tanto o palmito como a caxeta, através de um manejo adequado das comunidades naturais, possibilitarão um rendimento periódico constante, ao mesmo tempo em que se preservam as espécies e as florestas onde se desenvolvem.

Porém as perspectivas não são muito promissoras em função da legislação a respeito da extração e falta de pesquisas que suportem um reflorestamento econômico da espécie, mas uma ação organizada de caxeteiros, empresas e pesquisas poderiam melhorar a situação econômica em relação a este produto. Há que se ressaltar a madeira nobre e encontrar uma solução contínua para beneficiar as populações envolvidas com esta atividade e preservar o ecossistema (KRONKA, 1989 e SOBOLL, 1989). De qualquer forma, a situação é crítica, mesmo para o Estado do Paraná que ainda detém algumas reservas em função de sua política ambiental, em relação aos caxetais, como ecossistema representativo. Além disso, como já aconteceu em outros Estados, a situação se agrava pela sua localização e pela expansão urbana.

## 2.3 CONSIDERAÇÕES ANATÔMICAS

Dentre as características anatômicas das bignoniáceas, CHALK (1933), METCALFE (1972, 1983) e CRONQUIST (1981) consideram os vasos como pequenos a médios, porém menores em *Catalpa*, *Deplanchea*, *Dolichandrone*, *Jacaranda*, *Kigelia*, *Oroxylon*, *Tabebuia* e *Stereospermum*. Algumas vezes, os vasos muito pequenos apresentam uma tendência de agruparem-se, particularmente no lenho tardio das trepadeiras. Ocasionalmente pode ocorrer porosidade em anéis e vasos com espessamentos espiralados. As placas são tipicamente de perfuração simples, porém, alguns gêneros

apresentam algumas placas multiperfuradas escalariformes ou reticuladas. Assim como, podem apresentar pontuações intervasculares diminutas a moderadamente grandes, similares também no parênquima (CHALK, 1933; METCALFE & CHALK, 1972, 1983 e CRONQUIST, 1981).

O parênquima paratraqueal varia de estreitamente vasicêntrico a aliforme ou aliforme confluyente. Os raios são homocelulares, algumas vezes heterocelulares, com 1-4 células largas, curtas e homogêneas. Nas espécies arbóreas apresentam-se com 2-4 células de largura, raramente todos os raios são unisseriados, com poucos ou não unisseriados.

As fibras têm comprimento médio a moderadamente curto, com pontuações pequenas e simples. Fibras septadas ocorrem predominantemente nas lianas (METCALFE & CHALK, 1972, 1983).

SANTOS & MILLER (1992) estudaram anatomicamente o xilema secundário de 11 dos 14 gêneros arbóreos exclusivamente neotropicais da Tribo *Tecomeae*, abordando 139 espécimens de 56 espécies, porém não incluindo *T. cassinoides*. Observam como características gerais da Tribo, as placas de perfuração tipicamente simples com ocorrência ocasional do tipo foraminado. Pontuações intervasculares alternas, circulares e não ornamentadas; pontuações raio-vasculares similares às intervasculares em tamanho e forma. Fibras com pontuações simples, traqueides vasicêntricos ou vasculares ausentes; raios não mais de dois tamanhos; raios agregados, camada de células, tilos e células perfuradas de raios ausentes. Cristais, tilos, óleos, mucilagem, canais intercelulares e floema incluso ausentes

No Brasil, MAINIERI (1956, 1958) e LAROCHE (1976) observam a semelhança entre *Tabebuia obtusifolia* e *T. cassinoides*, quanto ao ambiente e características anatômicas. Porém no Paraná não foi registrada a ocorrência de *T. obtusifolia*. Sendo que em *T. cassinoides*, o parênquima nem sempre é contrastado, sendo predominantemente aliforme com longas extensões laterais, unindo vários poros. Observam que, ora forma trechos oblíquos interrompidos, ora quase concêntricos; poros visíveis a olho nú, pouco numerosos, muito pequenos e solitários, vazios ou com substância branca; raios finíssimos e numerosos só visíveis com lente no topo e na face tangencial; a camada de crescimento é demarcada por um certo alinhamento tangencial dos poros e pelo parênquima terminal; o lenho é branco, branco acinzentado, branco amarelado, bege ou levemente rosado.

Quanto às folhas são caracterizadas como geralmente dorsiventrais, embora a estrutura isobilateral não seja desconhecida METCALFE & CHALK (1965, 1983). Em relação ao indumento, de acordo com PAYNE (1978), MORRETES (1972, 1980), CRONQUIST (1981) e BARROSO (1991), a família apresenta os mais variados tipos. Às vezes, a mesma espécie apresenta uma profusão de tricomas glandulares e não glandulares, simples unicelulares, bicelulares ou peltados, com uma única célula desenvolvida de estrutura achatada ou com um número variado de células, arranjas em uma ou mais camadas, podendo ter tricomas sésseis.

Os tricomas glandulares implantam-se na epiderme por uma célula semelhante às epidérmicas e apresentam uma célula intermediária que sustenta a "cabeça" pluricelular. Os tricomas simples geralmente são unicelulares, unciformes, com lume grande, paredes regularmente espessadas com extremidade pontiaguda. Os ramificados são multicelulares e ocorrem em *Adenocalymma*, *Amphilophium*, *Arrabidaea*, *Tecoma*, *Pithecoctenium*, *Tabebuia* e *Zeyheria*. Algumas vezes, a ramificação pode ser simpodial em *Tabebuia* e em *Zeyheria* pedunculados e capitados de células radiadas. Os glandulares, curtamente pedunculados e tricomas escamiformes são observados em *Amphicome*, *Amphilophium*, *Catalpa*, *Chilopsis*, *Cuspidaria*, *Dolichandrone*, *Phyllarthron*, *Pithecoctenium*, *Pyrostegia*, *Spathodea* e *Tabebuia*. Pedúnculos mais longos são encontrados em *Cremastus*, a secreção neste gênero torna a folha espessa. As glândulas de *Phyllarthron*, algumas vezes secretam uma substância resinosa que forma uma película lustrosa na superfície adaxial das folhas; em *Jacaranda* e *Spathodea*, as escamas servem como hidatódios; em *Tabebuia*, algumas vezes secretam carbonato de cálcio. Um tanto similares à glândulas, mas com um acúmulo de material secretado entre a cutícula e a parte superior celulósica ("cellulose head") é descrito para *Doclichandrone* e *Stizophyllum*, algumas vezes apresentando-se como pontos transparentes na folha. Glândulas levemente deprimidas circulares, discoides também são largamente distribuídas, notadamente em *Adenocalymma* e *Campsis*; glândulas levemente levantadas em forma de disco em *Kigelia* (PAYNE, 1978; CRONQUIST, 1969; SANDWICH, 1953, 1954, 1955, 1958; SANDWICH & HUNT, 1974).

Esferocristais de uma substância desconhecida têm sido observados. Cristalóides nucleares podem ocorrer na epiderme das folhas de alguns gêneros de *Pithecoctenium* e *Pyrostegia* e na epiderme e mesofilo de *Arrabidaea*, *Catalpa* e *Jacaranda*. Também cristais solitários estão presentes no cortex e floema de ramos jovens de *Tabebuia* (METCALFE & CHALK, 1983).

Quanto aos estômatos, CRONQUIST (1981) observa que estão confinados à superfície abaxial e que cada par de células oclusivas é circundada regularmente por um grande número de células epidérmicas comuns, ou seja estômatos do tipo anomocítico. Ocorrem em espécies de *Amphicome*, *Amphilophium*, *Campsis*, *Catalpa*, *Clytostoma*, *Cuspidaria*, *Eccremocarpus*, *Incarvillea*, *Melloa*, *Pandorea*, *Stizophyllum*, *Tabebuia* e *Tecomaria*. O tipo paracítico ("rubiáceo") é encontrado nas espécies dos gêneros *Adenocalymma*, *Arrabidaea*, *Colea* e *Schlegelia* e o tipo diacítico ("cariofiláceo") tem sido observado em *Kigelia*.

A cutícula apresenta-se lisa ou com espessamentos verrucosos em *Colea*. As células epidérmicas são retas ou sinuosas nas paredes anticlinais, sendo silicificadas e papilosas em *Kigelia* e na superfície abaxial da folha extraordinariamente alta de *Catalpa*, *Colea* e *Crescentia*. Em *Tabebuia*, algumas vezes podem ocorrer divisões periclinais. Uma ou mais camadas de hipoderme foram observadas em espécies de *Pandorea* e *Schlegelia*. No mesofilo de *Kigelia*, na bordadura das células silicificadas, ocorre uma camada de células

com lume muito largo. No mesofilo de *Colea*, *Crescentia* e *Phyllarthron* são encontradas fibras esclerenquimatosas.

O pecíolo em sua estrutura vascular exhibe uma grande variação, porém sem características particulares, com exceção de espessamentos anômalos secundários, em algumas lianas. Em secções transversais, através da extremidade distal do pecíolo de algumas espécies examinadas em Kew (Inglaterra), há anéis vasculares fechados ou quase fechados, algumas vezes dissecados em faixas separadas. Anéis vasculares quase contínuos, mas um tanto comprimidos para o lado adaxial, são observados em *Campsis* e *Catalpa*. Um sistema vascular mais dissecado ocorre em espécies de *Clystoma*, *Eccremocarpus* e *Incarvillea* e muito mais dissecado em *Crescentia*, *Kigelia*, *Parmentiera* e *Tecomaria*.

**Anatomia ecológica:** No início deste século o estudo da anatomia da madeira começou a ser direcionado para o estudo das células individualmente, tentando melhorar a avaliação das propriedades da madeira.

CUTTER (1978) define a anatomia ecológica como a relação entre a estrutura da planta e o ambiente.

METCALFE & CHALK (1972, 1983), BAAS *et al.* (1983) e CARLQUIST (1988) recomendam que a anatomia da madeira não seja usada sozinha na determinação da influência do ambiente sobre uma planta, mas combinada com a estrutura e função de outras partes da planta, como raiz, folhas, associações micorrízicas, envolvidas nos mecanismos relacionados à absorção, condução e transpiração de água.

Trabalhos recentes têm demonstrado que existe um complexo mecanismo de interação entre a anatomia da madeira e os fatores ecológicos e genéticos que atuam sobre a atividade cambial e a morfogênese do xilema secundário, podendo modificar a estrutura, propriedades e qualidades da madeira, intensificar ou mesmo reverter tendências filogenéticas estabelecidas para determinadas espécies (BAAS, 1982; METCALFE & CHALK, 1972, 1983; BAAS *et al.*, 1983 e CARLQUIST, 1988).

VESQUE (1889) e CARLQUIST (1988) consideram que a maioria da diversidade estrutural existente no xilema é resultante de mudanças evolutivas de adaptação, causadas pela pressão seletiva nos diversos ecossistemas e fixada geneticamente. TSOU MIS (1968), METCALFE & CHALK (1972) e BAAS (1982) observam que a anatomia pode contribuir na observação de tendências ecológicas, quanto à plasticidade fenotípica.

CARLQUIST (1970, 1975b, 1977, 1985), DAUBENMIRE (1982) e BAAS *et al.* (1983) comentam que em todos os grupos de plantas vasculares se encontram evidências da influência dos fatores ecológicos na evolução do xilema. Entre os principais fatores ecológicos envolvidos neste processo, estão os relacionados à adaptação, ao grau de disponibilidade hídrica e taxa transpiratória, à oscilação sazonal desta disponibilidade e aos requisitos de resistência mecânica ou térmica dos elementos estruturais do xilema. BAAS

(1982) considera especialmente os fatores climáticos, como de grande influência sobre as características estruturais da madeira, indicando que podem desempenhar um importante papel, em relação à especialização filogenética do xilema secundário.

Por sua vez, METCALFE & CHALK (1950) observam que a estacionalidade é um dos principais fatores ecológicos que influi diretamente sobre a estrutura da madeira e que, quando conjugada aos fatores genéticos da planta, determinará a formação dos anéis de crescimento. Comentam também que em relação ao comportamento da disponibilidade hídrica, há apenas indicações em comparações efetuadas entre as plantas de ambientes com água em abundância e de regiões áridas. Da mesma forma, outro fator igualmente importante e de difícil determinação é a influência do solo sobre os elementos estruturais da madeira.

Sobre o relacionamento da variação das características anatômicas com a ecologia e sua influência na qualidade da madeira, METCALFE & CHALK (1965) observam que, embora pareça haver muitas informações sobre influências ecológicas na anatomia da madeira, abrangem uma porção muito limitada das angiospermas do mundo e sua importância decresce mais ainda, quando se percebe que grande parte das considerações são baseadas em amostras de xiloteca. Mesmo que a fonte geográfica das amostras seja conhecida, raramente há descrições de seu hábitat. Observam também, a dificuldade em distinguir diferenças ecológicas das genéticas, além de afirmarem mais de uma vez que as diferenças estruturais entre madeiras da mesma espécie, crescendo em ambientes diferentes, podem ser em função de uma seleção natural ocorrida no passado. É de conhecimento geral que mudanças morfológicas de significado taxonômico e filogenético ocorrem devido à pressões ambientais sobre os genes.

Geralmente a menor unidade estudada com relação à ecologia são os gêneros, já que as espécies raramente se distribuem em ambientes completamente diferentes, enquanto que espécies de um mesmo gênero têm capacidades ecológicas divergentes. Portanto, o gênero torna-se um material experimental ancestralmente uniforme e adaptado a estas condições divergentes.

CARLQUIST (1988) afirma que o interesse em comparar espécies dentro de um gênero depende ainda da faixa ecológica na qual estas espécies se distribuem. Cita que não se deve esperar um alto nível de expressão em determinados gêneros que ocorrem somente em florestas úmidas. Nestes casos, de observações dentro de um gênero, a anatomia da madeira somente prova que as variações nas espécies são mínimas.

CARLQUIST (1975a, b) e BURLEY (1982) consideram que a existência de variação fenotípica na anatomia da madeira entre populações da mesma espécie, como entre espécies num gênero ou família, são adaptações ecológicas com a subsequente evolução. As interpretações funcionais das variações ecológicas estão muito longe de serem alcançadas, quando envolve espécies em seus habitats naturais. Isto é evidenciado pelas observações de comprimento de elementos de vaso e número de barras por perfurações escalariformes nas

formas de altitude, latitude e tendências xéricas. Assim como, em estudos de variação geográfica, baseados em florestas naturais, observam que as árvores variam numa dada população, nas propriedades anatômicas e morfológicas em que muitas características aparecem sob controle poligênico com vários graus de efeitos ambientais.

METCALFE & CHALK (1983) são um tanto céticos quanto às conclusões sobre o relacionamento da anatomia de plantas e habitats. Tecem considerações sobre o significado ecológico de caracteres anatômicos, em relação aos aspectos taxonômicos e hereditários das plantas em estudo, como também aos fatores da nutrição mineral. Observam que vários autores tendem a tratar alguns caracteres como adaptativos, quando na realidade são puramente taxonômicos, reconhecendo a necessidade de uma aproximação mais ampla, em relação a estes problemas.

BAAS & CARLQUIST (1985) observam que o estudo da interação entre complemento genético e os fatores ecológicos deveria ser executado por equipes multidisciplinares integradas, considerando a dificuldade de explicar todas as alternativas estruturais e estratégias que garantem a sobrevivência das plantas.

No Brasil, RAWITSCHER (1942, 1944) iniciou estudos envolvendo anatomia e ambiente. Posteriormente, uma série de trabalhos referentes ao assunto foram abordados por diversos autores (RACHID-EDWARDS, 1956; MORRETES & FERRI, 1959, 1972; FERRI, 1955, 1960, 1978; ARENS, 1963; HANDRO, 1966; GOODLAND, 1971; PAVIANI, 1972; MORRETES, 1972, 1978, dentre outros).

**Aspectos filogenéticos:** Quanto à filogenia, METCALFE & CHALK (1972), DICKISON (1975) e BAAS (1982) observam que as principais tendências evolutivas do câmbio e xilema das dicotiledôneas estão estabelecidas e são aceitas e reconhecidas pelos anatomistas.

A maioria dos elementos de vaso altamente especializados é curta, em contraste com os tipos mais primitivos que são mais longos. Comparativamente, os de maior diâmetro, em relação ao seu comprimento, tendem a ser ovais ou circulares, quando vistos em secção transversal. Elementos de vaso com longos apêndices são mais primitivos que os de paredes terminais transversais.

Além disso, METCALFE & CHALK (1972) consideram que o tipo de placa de perfuração é um índice mais conveniente da especialização, do que o comprimento dos elementos de vaso. As placas de perfuração dos elementos de vaso nos tipos mais primitivos são escalariformes com numerosas barras, evoluindo para o tipo reticulado e, finalmente para o tipo mais evoluído, com o aparecimento de placas de perfuração simples. A ordem filogenética reconhecida para os vários tipos de pontuações nas paredes de vasos é a seguinte: escalariformes nos tipos mais primitivos, passando a opostas e finalmente a alternas, nos tipos mais evoluídos (BAILEY & TUPPER, 1918; FROST, 1930; BAILEY, 1957 e EAMES, 1961). A porosidade difusa é condição mais primitiva que a em anel

(GILBERT, 1940 e EAMES, 1961). No entanto, há divergências ao considerar-se, se essa modificação estrutural tem qualquer significância evolutiva ou se representa simplesmente uma adaptação ecológica.

No desenvolvimento filogenético das fibras, a espessura da parede aumenta com o correspondente decréscimo do diâmetro do lume. A evolução procedeu-se de traqueídes a fibrotraqueídes e destes, às fibras libriformes. Assim, há um decréscimo progressivo no comprimento destes elementos (BAILEY & TUPPER, 1918). Quanto às fibras vivas, BAAS (1982) observa que o conhecimento a respeito delas é muito limitado, especialmente para espécies tropicais.

O parênquima apotraqueal difuso é mais primitivo do que os arranjos agregados, em faixas apotraqueais e os vários tipos de paratraqueais (KRIBS, 1935). Para CHALK (1937), o parênquima axial paratraqueal é característica de madeira de estrutura altamente especializada. BAAS (1982) considera que, tanto o parênquima axial, como os raios armazenam, mobilizam e translocam os fotossintatos na madeira. Uma característica marcante nas florestas de terras baixas tropicais é a alta incidência de parênquima, principalmente paratraqueal, em relação aos de clima temperado.

Anatomicamente, em relação aos raios, a sequência evolutiva é de raio heterogêneo, o mais primitivo, para o homogêneo (KRIBS, 1935). Para BARGHOORN (1940), as tendências evolutivas especialmente significantes são a redução na largura e altura dos raios. A especialização resultou em algumas espécies na eliminação dos raios multisseriados ou dos unisseriados. A transformação de células eretas em procumbentes resultou numa estrutura mais homogênea, estratificada que reflete o mais alto grau de especialização (BARGHOORN, 1941; CHALK, 1944; COZZO, 1951; BAYLEY, 1957 e METCALFE & CHALK, 1972).

**Aspectos quantitativos do xilema:** De acordo com BAAS *et al.* (1983) e CARLQUIST (1988), as análises do xilema relacionadas à ecologia dedicam maior ênfase aos caracteres quantitativos.

BAAS (1982) e CARLQUIST (1988), ao analisarem as variações ecológicas nas dimensões celulares da madeira, reconhecem que além das diferenças existentes entre espécies, as características anatômicas variam na mesma espécie ou num mesmo indivíduo.

METCALFE & CHALK (1965) consideram que alguns dos elementos estruturais da madeira, como frequência de vasos, comprimento de elementos de vaso e fração de parênquima axial, podem ser marcadamente influenciados pelo ambiente e que por sua vez, refletirão na qualidade e uso da madeira.

Nos vasos, principalmente por estarem associados à eficiência e resistência no transporte da água pela planta, consideram como características importantes o diâmetro, comprimento dos elementos vasculares, vasos por mm<sup>2</sup>, número de vasos por grupo e o número de barras nas placas de perfuração múltipla. O comprimento de elementos

vasculares e o diâmetro de vasos tendem a decrescer com a aridez, quando os traqueídes vasicêntricos estão ausentes. Além disto, o agrupamento de vasos é normalmente menor em áreas úmidas, aumentando com o grau de aridez (METCALFE & CHALK, 1965).

BAAS *et al.* (1983) descrevem as características anatômicas da madeira da flora lenhosa de Israel e regiões adjacentes, em relação aos elementos vasculares, quanto à disposição, comprimento, agrupamentos, diâmetros, placas de perfuração, espessura da parede e a presença de espessamentos espiralados, comparando com a madeira de espécies de ambientes áridos, mediterrâneo, higrófilos, com as informações de florestas pluviais tropicais a temperadas frias, de monções de Java e com a mészica temperada fria do norte e do oeste da Europa. Assim, observam que o comprimento dos elementos vasculares decresce da vegetação mészica para xérica e dentro da flora mészica, do tropical para temperada fria ou latitudes árticas. Outros caracteres mostram tendências complexas e categorias ecológicas individuais, com uma grande amplitude de variação. A flora árida tende a ter em sua madeira, paredes de vasos mais espessas, maior proporção de espécies com numerosos vasos estreitos e largos combinados; também é comum um alto grau de agrupamentos de vasos em suas categorias ecológicas. Espécies tropicais, sobrevivendo em leitos de rios dos desertos de Negev e Sinai não mostram esta síndrome, porém refletem suas condições relativas de menos xéricas. A madeira de espécies de regiões áridas, em geral, aparentam adaptações a um eficiente transporte de água.

Para ZIMMERMANN (1982), uma das maiores funções da madeira é a condução de água e nutrientes absorvidos do solo, pelas raízes e translocados para as folhas. Elementos de vaso longos e com diâmetro largo, são parâmetros que determinam a eficiência e resistência na condução de água. Os mais longos e largos representam maior condutividade e menor resistência ao fluxo. É evidente que a tensão da coluna de água é maior em vasos estreitos que nos largos, porém esta questão tem sido pouco investigada. O diâmetro de vasos varia muito entre as espécies lenhosas e seu efeito sobre a condutividade é muito maior que o do comprimento.

De acordo com CARLQUIST (1985) e CARLQUIST & HOEKMAN (1985), a redução no comprimento de elementos vasculares tem importância adaptativa por aumentar a resistência estrutural dos mesmos às fortes pressões negativas. Acrescentam ainda que devem ser examinadas as influências dos fatores ecológicos e fisiológicos nas variações do comprimento de elementos de vaso, num gênero, assim como dentro de uma espécie ou indivíduo. Para BAAS (1982), a extensão do efeito das variações do ambiente, também depende do grupo de plantas em questão.

A seleção de características envolvidas em vulnerabilidade e condutividade e sua relação matemática, para análise de variáveis estruturais da planta que são influenciadas pela capacidade de resistência à seca, tem sido criticada como arbitrária. Apesar disso, tais índices demonstram graus de efetividade que se espera nos elementos estruturais da madeira, quando se conhece seus habitats. Embora controvertidos, os valores expressos por



esses índices têm sido considerados, por representarem a amplitude dos fatores ecológicos. Por exemplo, o diâmetro de vaso decresce e a frequência aumenta, com o aumento da seca ou decréscimo da temperatura (BAAS, 1982 e CARLQUIST, 1988).

YALTIRIK (1970) observou que elementos de vaso em sítios alcalinos eram geralmente pequenos em *Acer*, fato atribuído a uma alta concentração de íons. Estas madeiras continham cristais de oxalato de cálcio, ausentes nas árvores que se desenvolviam em solos úmidos e ácidos. O mesmo foi observado em *Robinia*, por NICKOLAEVSKIJ (1961). Duas espécies de *Betula*, no Japão, ocupando baixadas, apresentavam placas de perfuração escalariformes com um número de barras superior à média e um número maior de vasos/mm<sup>2</sup>, o que foi interpretado por TABATA (1964) como uma adaptação ecológica ao teor de umidade do solo.

TABATA (1964), CARLQUIST (1966) e MARCHIORI (1990) observam que a xeromorfia se encontra correlacionada com elementos vasculares mais estreitos e mais curtos, apresentando agrupamentos de poros mais numerosos, raios mais baixos e elementos imperfurados mais curtos. WEBBER (1936), observou que os arbustos do deserto e do chaparral do sul da Califórnia apresentam elementos vasculares muito mais curtos e estreitos que na maioria das dicotiledôneas.

Espécies de *Prosopis* em diferentes ambientes foram observadas por VILLALBA (1985), ROIG (1986), uma espécie de *Adesmia*, em duas situações topográficas de um mesmo local e GOMES & MUÑIZ (1986), três espécies de *Prosopis* em três ambientes, constataram que em indivíduos de ambientes secos ou em anos de baixa precipitação pluviométrica, ocorre porosidade em anel e que porosidade difusa e semi-difusa caracterizam indivíduos de locais mais úmidos ou de anos mais chuvosos.

SASTRAPADJA & LAMOUREUX (1969) observaram em populações de *Metrosideros* do Havai, marcantes variações nas dimensões celulares, encontrando elementos vasculares mais curtos e estreitos nos indivíduos de pântanos montanhosos. Foram observadas pontuações intervasculares pequenas, principalmente nos indivíduos de áreas com baixa precipitação média anual e grandes, nos locais com alta precipitação pluviométrica. Por sua vez, nas espécies havaianas de *Euphorbia*, CARLQUIST (1970) observou perfeita correlação entre o comprimento de elementos vasculares com a pluviosidade e habitat, onde os elementos vasculares mais longos pertenciam à maioria das espécies de ambientes com elevada precipitação média anual.

Os efeitos da latitude e altitude sobre a anatomia de madeira foram discutidos principalmente por OEVER *et al.* (1981), GRAAF & BAAS (1974), CARLQUIST (1975b) e BAAS (1982), observando que com o aumento da latitude ocorre uma miniaturização das estruturas do xilema secundário (elementos de vaso mais curtos e estreitos, fibras curtas e algumas vezes mais estreitas, raios mais baixos), além de um aumento na frequência de vasos e expressivos espessamentos espiralados em suas paredes, ocorrendo efeitos similares com o aumento de altitude, porém de forma menos evidente. Não foi observado nenhum

efeito sobre o agrupamento dos vasos ou sobre espessamentos espiralados das paredes celulares. HARRIS (1957), por sua vez, considera que a densidade da madeira em *Pinus radiata* está relacionada à altitude e COWN (1974) encontrou cerca de 30% de variação, na densidade de *P. radiata* da Nova Zelândia, em função dos efeitos da latitude.

Quanto às características quantitativas dos raios, CARLQUIST (1988) afirma que não têm muita importância em anatomia comparativa. De qualquer forma, altura e largura de raios são comumente usadas em estudos comparativos, observando-se no entanto, que se deve ter em mente, que os raios se alteram grandemente na maioria das espécies, durante a ontogenia do xilema. Portanto, comparações destas características devem ser efetuadas com amostras padronizadas, de indivíduos com a mesma idade. Apesar das espécies diferirem apreciavelmente quanto a estes aspectos quantitativos.

**Aspectos quantitativos da folha:** Dentre os órgãos vegetativos, a folha é o que apresenta o maior número de variações, tanto morfológicas como anatômicas e a que mais facilmente reflete as interferências ambientais (WEAVER & CLEMENTS, 1938; CARLQUIST, 1961, 1971; ESAU, 1974; JANZEN, 1970; HELMS, 1976; LARCHER, 1977; CUTTER, 1978; SUTCLIFFE, 1979 e FAHN, 1982). Os efeitos dos fatores externos, como luminosidade, fotoperiodismo, temperatura, água e os edáficos afetam a planta, principalmente a folha (NAPP-ZINN, 1978; DAUBENMIRE, 1982 e WHATLEY & WHATLEY, 1982).

A folha é responsável pelas trocas energéticas entre as plantas e o seu ambiente, principalmente pela radiação, evapo-transpiração, condução e convecção. Características como tamanho, forma, propriedades óticas, espaçamento e orientação das folhas são importantes à planta, no controle da temperatura. Altas temperaturas do ar, com baixo fluxo de radiação favorecem folhas grandes, como acontece no sub-bosque de povoamentos mesófilos. Altos fluxos de radiação induzem à formação de folhas pequenas, como ocorrem em sub-bosques iluminados de populações esclerófilas, em sítios xéricos ou no dossel (BRUNIG, 1976; LEDIG, 1976; TOMLINSON, 1977 e WALTER, 1986).

Folhas grandes, copa uniestratificada são formas encontradas entre espécies de vida curta, em fases sucessionais iniciais de ambientes úmidos, com altos níveis de energia solar e baixos riscos de tempestades. Folhas grandes podem competir com espécies sucessoras, pois a fotossíntese ficaria comprometida entre folhas que estão à sombra de outras, compensando de certa forma com o aumento da área foliar. Por outro lado, folhas grandes e inteiras apresentam desvantagens para árvores altas ou em sítios com períodos sazonais de estresse hídrico e com altos níveis de radiação solar. Qualquer padrão geométrico de folhas e copas de árvores que aumente a "difusibilidade", ventilação e trocas de calor convectivo poderá diminuir o estresse hídrico e prevenir as folhas de superaquecimento. Durante os períodos úmidos, o arranjo das folhas aumenta as taxas de evapo-transpiração e permite uma rápida fotossíntese, embora durante períodos de seca com alta insolação, haja um aumento

de calor convectivo, dissipando e minimizando os riscos de danos foliares (BRUNIG, 1976).

PARKHURST & LOUCKS (1972) previram o tamanho das folhas baseados em modelos na eficiência de uso de água. O esquema esperado tende para uma seleção natural, cujo tamanho das folhas se aproxima ao das florestas tropicais úmidas. Um modo simples de capturar energia solar, com estrutura de sustentação adequada, é o arranjo de folhas grandes, inteiras, rosuladas ou espiraladas terminais num único caule. Normalmente estas características manifestam-se nas espécies de madeira leve. Este comportamento apresenta várias desvantagens: a luz interceptada é distribuída ineficientemente, uma grande quantidade de água é necessária para esfriamento transpiracional de folhas grandes e inteiras, qualquer desvio do ramo principal do eixo vertical pela ramificação exigiria um reforço na estrutura para atender à demanda energética.

LITTLE (1953), JANZEN (1970), BRUNIG (1976), LARCHER (1977), HALLE *et al.* (1978) observam que nas florestas tropicais úmidas, com altos níveis de energia solar, a intensidade das trocas energéticas entre as plantas e o seu ambiente é influenciada principalmente por parâmetros meteorológicos, onde as folhas e a superfície do dossel refletem esta situação.

BUNTING (1976), HALLE *et al.* (1978), RICHARDS (1979) e WHATLEY & WHATLEY (1982) observam que, em florestas naturais que diferem no tipo de solo, clima ou história sustentam usualmente espécies arbóreas localmente adaptadas (salinidade, alcalinidade, acidez, elementos tóxicos, inundações, nutrientes), cujas formas de tronco, hábitos de ramificação e cor, tamanho e arranjo espacial das folhas apresentam características fisionômicas e arquiteturas peculiares. Em florestas desenvolvidas ao longo de uma catena de latossol méxico a podzol xérico, as árvores variam de altas, com copas e folhas largas; em condições méxicas, a baixas e com folhas pequenas xeromórficas, nas condições xéricas. Mudanças semelhantes ocorrem em solos orgânicos, desenvolvidos no interior dos planaltos e terraços em condições de extrema deficiência mineral, de solos secos e ao longo de gradientes sucessionais de comunidades em florestas paludosas. Em florestas tropicais pluviais, em relação aos nutrientes e drenagem, a forma da copa parece estar intimamente relacionada com a eficiência na exploração da luz e água, evitando danos (o vento pode diminuir a evapotranspiração quando o fluxo de calor sensível é maior que o latente). Folhas eretas são mais efetivas no resfriamento pelo vento e quando agrupadas, aumentam a turbulência na copa.

De acordo com BRUNIG (1976), florestas primárias úmidas são um mosaico de diferentes fases sucessionais, desde pioneiras às mais estáveis. Nos ambientes méxicos, as pioneiras de vida curta, têm madeira leve e de rápido crescimento, folhas grandes e finas, arrançadas de modo uniestratificado, baixa dominância apical e intolerantes à sombra. Nos estágios de pleno desenvolvimento (construtiva), as espécies têm dominância apical pronunciada, ramificações mais ou menos horizontais, com intervalos longos entre os nós e a copa em forma de candelabro. As folhas são grossas e intolerantes à sombra e num estágio

mais avançado, as árvores são relativamente altas com folhas xeromórficas, voltadas para cima, coriáceas, altamente refletantes e tipicamente arrançadas em tufos ou grupos esféricos, embora diferindo em tamanho e forma. Na fase de estabilidade relativa, as árvores são altas, as copas elipsoides e com muitas camadas, tornando-se hemisféricas. A fase mais avançada é marcada pelo baixo crescimento, espécies de madeira pesada, folhas menores e difusamente arrançadas, refletindo a fase das árvores "maduras". O sub-bosque em todos os estágios apresenta muitos estratos, com folhas maiores ou menores que as do dossel, dependendo das condições de sítio.

LARSON & ISEBRANDS (1978), BRUNIG (1976) e ZIMMERMANN (1971) observam que folhas espessas têm muito mais área foliar do que as finas, mesmo observando diversas partes de uma árvore. A condutibilidade do caule é cerca de 2 vezes maior que nos ramos, compensando parcialmente a desvantagem da maior distância das folhas da copa, para onde a água é conduzida. Folhas no topo da copa são mais importantes para a sobrevivência da árvore, mas estão em posição desfavorável, já que a água tem de percorrer maiores distâncias, o que é compensado pela estrutura do xilema.

CLEMENTS (1905), HANSON (1917), SILVA (1984), PEREIRA (1985), RIZZINI (1976), LARCHER (1977), DAUBENMIRE (1982) e MERUVIA (1990) observam diferenças estruturais de folhas hidrófitas, mesófitas e xerófitas, assim como folhas de sol e sombra, em diferentes indivíduos da mesma espécie, em diferentes habitats, correlacionando aos fatores físicos como luz, teor de água no solo, umidade e temperatura. Estas observações também foram constatadas por MORRETES (1978), relacionando o solo e pluviosidade, comparando espécies de dois ambientes; por FERRI (1944, 1955, 1978) onde relaciona a organização da folha de espécies da caatinga e do cerrado com a pluviosidade, umidade relativa, temperatura e solo; por MORRETES & FERRI (1959) e GOODLAND (1971) que observaram a estrutura foliar com o fator solo; por SOUZA (1977), comparando a estrutura da folha de *Xylopia aromatica* de 4 regiões, onde observou diferenças significativas no tamanho das folhas, das células epidérmicas e densidade estomática e que MORRETES (1980) atribuiu ao fator luz e também à água. MORRETES (1980) também registrou caracteres xeromórficos em espécies que se desenvolvem na floresta amazônica, epífitas ou não, onde a pluviosidade é da ordem de 2.800mm (Caatinga Amazônica). COUTINHO (1962) constatou epífitas e herbáceas com características xeromórficas, com mecanismos de resistência à seca em florestas úmidas tropicais, também observadas em vegetação de restinga sobre solo oligotrófico e pobre em matéria orgânica por ANDRADE (1967), xeromorfismo em folhas de espécies de manguezal foram observadas por LAMBERTI (1969) e assim, muitos outros pesquisadores. ARENS (1958) considera que folhas sob maior intensidade luminica apresentam maior capacidade fotossintética, tornando-se escleromorfas, sob a forma de paredes espessadas, esclerênquima, cutícula, cera, taninos, mucilagem, terpenos, quando acompanhada de fatores limitantes de crescimento como a falta de água e nutrientes. E que no cerrado denominou de

escleromorfismo oligotrófico, em função da carência de nutrientes, principalmente os nitrogenados.

KRAMER (1952) observa que geralmente se supõe que árvores com folhas espessas, bem cutinizadas têm uma menor transpiração que árvores com folhas delgadas, mas isto não é necessariamente verdadeiro. Árvores com folhas espessas (grossas), com frequência têm maiores taxas de transpiração por unidade de superfície foliar que as de folhas delgadas, concluindo que a estrutura da folha não é na realidade indicador de diferenças na transpiração entre espécies. FERRI (1955) observa que na transpiração cuticular, deve-se considerar a organização da cutícula e não a sua espessura ou a presença de estratos cuticulares, fato constatado em plantas da caatinga de Paulo Afonso (BA).

As maiores perdas de água ocorre em vegetação que se desenvolvem próximo à rios e corpos de água, onde as raízes estão sempre em contato com o solo molhado para uma capacidade de campo ou superior. FERRI (1980) verificou que espécies do cerrado não têm restrição hídrica, em função de sua adaptação altamente especializada àquelas condições. HANSON (1917) observa que a atmosfera úmida aumenta o tamanho da lâmina foliar, a quantidade de clorofila e o desenvolvimento da raiz, enquanto que a atmosfera seca provoca o aumento da espessura da cutícula, do número de estômatos e da quantidade de tecido esclerenquimático, paliçádico e lenhoso.

De acordo com WALTER (1986), em comunidades densas, geralmente as copas das árvores são pequenas. E se às folhas dipõem-se em camadas, as externas ficam expostas à plena luz, enquanto que as mais internas, à sombra. Em tais condições, geralmente apresentam diferenças anatômicas, morfológicas e ecofisiológicas, ligadas por formas intermediárias. As folhas de sol são menores e mais espessas, com nervação mais densa e maior quantidade de estômatos por milímetro quadrado, indicando que as folhas de sol são mais xeromórficas que as de sombra, maiores e mais finas.

Plantas suculentas, desenvolvidas em locais úmidos, quando comparadas ao ambiente normal, expressam um decréscimo de tecido de reserva, dos feixes fibro-vasculares, dos espaços aéreos, do peso de matéria seca e do conteúdo de cera na folha, aumentando o tecido clorofiliano; as paredes das células epidérmicas tornam-se mais onduladas e aumentam o número de complexos estomáticos por folha. Além disso, considera que os fatores atmosféricos são os que determinam as mudanças e não os edáficos (HANSON, 1917).

HANSON (1917), GREULACH (1973) e WHATLEY & WHATLEY (1982) observam que folhas de um mesmo indivíduo, desenvolvidas em condições de sol e sombra, apresentam diferenças anatômicas. Sendo as de sol, menores e com maior quantidade de parênquima paliçádico, com estrutura mais compacta, epiderme e cutícula mais espessa do que as de sombra. WILIE (1949) observou em folhas de sol de *Acer platanoides*, um maior volume de tecido por unidade de área e uma disposição mais compacta das células. As células do parênquima paliçádico são mais longas e os espaços intercelulares mais reduzidos.

KOZLOWSKI (1976) e SUTCLIFFE (1979) comentam que em função da superfície foliar ser perfurada com estômatos, as árvores são construídas admiravelmente para perder grandes quantidades de água. O tamanho e a frequência de estômatos variam muito entre as espécies e genótipos, sendo em geral, negativamente correlacionados. Assim, espécies com poucos estômatos por unidade de área foliar tendem a ter maiores estômatos. ZIMMERMANN (1982) observa que a sombra, a umidade do solo e atmosférica propiciam a formação de estômatos menores, enquanto luminosidade, ambientes secos provocam o aparecimento de estômatos maiores.

Quanto ao sistema de revestimento dos vegetais é representado pela epiderme e pela periderme. Nas folhas, como geralmente não há manifestação do felogênio, ocorre a epiderme.

A epiderme constitui o envoltório protetor mais externo de células, formando a estrutura básica e fundamental oriunda da protoderme, que nas folhas, diferencia-se em células iniciais, geralmente constituída de uma camada de células que diferem anatomicamente e fisiologicamente do tecido fundamental interno. Quando apresenta vários estratos que pode se originar do meristema fundamental, constituindo a hipoderme ou da protoderme, constituindo-se numa epiderme pluriestratificada (FAHN, 1985). O sistema de revestimento que recobre a folha pode ser alterado grandemente, em função de diversos fatores como radiação, luminosidade, temperatura, suprimento hídrico, nutrientes do solo, etc. Em uma espécie, sob diferentes condições de luminosidade, podem ocorrer comportamentos diferenciados em relação à estrutura da folha, resultando nas chamadas folhas de sol e de sombra (SOUZA, 1977; METCALFE & CHALK, 1979; SUTCLIFFE, 1979; MORRETES, 1980 e CUTTER, 1987).

METCALFE & CHALK (1950) consideram que os fatores externos, como luz e umidade atuam significativamente no tamanho, contorno e forma das células epidérmicas. SOLEREDER (1908) afirma que as células da epiderme superior são maiores que as da inferior, considera também que limites de valores extremos são de valor específico, enquanto que dentro de cada espécie, os limites são menores, em diferentes habitats. NAPP-ZINN (1973, 1974) observa que de modo geral, as células epidérmicas são maiores na face adaxial.

Recobrando a parede das células epidérmicas em contato com o meio externo, observa-se uma delgada película de cutícula. Sua estrutura e constituição apresentam várias funções com relação à umidade (cera, deposição de sais, sílica (cristais), mucilagem. CUTLER (1982) considera que a estrutura da cutícula é que importa e não a espessura.

Além disso, a epiderme pode apresentar apêndices epidérmicos como os tricomas (pêlos) que podem se apresentar com a função de proteção ou secreção. Os de proteção (tectores) geralmente são claros, refletem a luz, diminuindo o aquecimento da superfície foliar, previnem a perda indevida de água. FAHN (1985) considera também que os tricomas podem desempenhar o papel de defesa contra insetos por exsudar terpenos, fenóis alcalóides ou outras substâncias repelentes, podendo ser escamiformes ou peltados. Os tricomas

glandulares estão relacionados à secreção de diversas substâncias como soluções salinas, açucaradas, terpenos, gomas, às vezes são considerados como glândulas, ou seja estruturas secretoras relativamente diferenciadas formadas de muitas células (FAHN, 1979, 1985 e CUTTER, 1986).

Tecido vascular bem desenvolvido, fina cutícula, estômatos abundantes sugerem a razão de alta transpiração como mecanismo de proteger-se do estresse hídrico (SUTCLIFFE, 1979). Em halófitas, o efeito do sódio, intensidade de luz e seca, provocam uma aumento da suculência nas plantas, como resultado de mecanismos homeostáticos, impedindo efeitos tóxicos do sal (ANDRADE, 1966 e JENNINGS, 1968). O aumento das células do parênquima paliádico e do número de camadas de células do parênquima esponjoso, expostas à salinidade, foi observado por DILLENBURG (1986) e METCALFE & CHALK (1979), com um desenvolvimento acelerado do xilema, redução da área superficial da folha, mudanças de coloração, aumento de camadas do parênquima clorofiliano paliádico, redução dos espaços de ar, redução na frequência de estômatos, cutícula mais espessa e células epidérmicas com paredes mais espessadas. Em ambientes onde o suprimento hídrico é elevado, FAHN (1985) observa que a estrutura das plantas é mais homogênea, sendo afetadas principalmente pela temperatura, ar, composição e concentração de sais dissolvidos na água. As higrófitas podem apresentar folhas com limbos bem desenvolvidos, delgados, tenros, rugosos, glabros ou revestidos por tricomas ou papilas que aumentam a superfície transpirante. MORRETES (1988), com relação às folhas de sol, considera que são menores, com nervação mais densa, células epidérmicas menores, em maior número e com paredes mais espessadas, maior número de estratos de clorênquima paliádico, com espaços restritos, epiderme com células mais escuras, maior número de cloroplastídios, com menos clorofila, comparadas às folhas de sombra. ARENS (1958) observa que não somente a água interfere em caracteres xeromórficos, como também a luz, sais minerais, fatores plasmáticos ou metabólicos.

Também, como importante estrutura existente na epiderme, observa-se um par de células estomáticas, rodeadas por células anexas. Geralmente de forma reniforme, as células oclusivas dos estômatos são providas de cloroplastídios, com núcleo com paredes desigualmente espessadas; circundando essas células aparecem células epidérmicas comuns que podem ser morfologicamente diferenciadas, denominadas células anexas, a esse conjunto de células é que se denomina complexo estomático. De acordo com a sua ontogênese ou aspecto das células circundantes, os estômatos podem ser classificados em vários tipos (COTTHEM, 1970; DICKISON, 1975 e FAHN, 1985).

MORRETES (1980) considera também a necessidade de padronizar o material quanto à idade, posição no ramo, situação em relação aos fatores luz e suprimento hídrico, já que há uma estreita relação entre a morfologia e anatomia foliar do ambiente em que a espécie se desenvolve, a fim de não incorrer em interpretações errôneas.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 LOCAIS DE COLETA**

Em função da fisionomia, diferenças edáficas, estado de conservação, abrangência geográfica e idade, foram definidos como locais de coleta, os caxetais localizados nos Municípios de Matinhos (Cabaquara e Alexandra-Matinhos), de Pontal do Sul (Atami), de Morretes (Passa-Sete) e de Guaraqueçaba (Batuva). A idade dos indivíduos foi obtida através de entrevistas com moradores locais, possibilitando resgatar a época da última intervenção nesses caxetais que se deu em torno dos quinze anos.

Estas áreas localizam-se na planície litorânea do Estado do Paraná entre 25°06' e 25°50' de latitude Sul e 48°12' e 48°36' de longitude Oeste e a uma altitude variável de 2 a 70 m s.n.m. (FIGURA 3).

#### **3.2 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS**

A faixa litorânea do Paraná enquadra-se no tipo climático Af (Köppen), ou seja, Clima Tropical Superúmido, sem estação seca e isento de geadas. A temperatura média anual varia de 19°C a 21°C, sendo a média das temperaturas máximas de 26°C a 27°C e a das mínimas de 17°C a 18°C. A temperatura média do mês mais frio varia de 15°C a 17°C e a do mês mais quente, de 23°C a 26°C (IAPAR, 1978). A amplitude média absoluta, em Paranaguá, é de 16,1°C, a 5 m s.n.m. e com uma amplitude média anual de 7,9°C (MAACK, 1981).

Segundo GODOY *et al.* (1976), EMBRAPA/IAPAR (1977) e BIGARELLA (1978) com base nos dados das estações meteorológicas de Guaratuba, Guaraqueçaba, Morretes, Matinhos e Paranaguá, as precipitações médias anuais são, respectivamente, de 2867 mm, 2721 mm, 2409 mm, 2543 mm e 2014 mm. A menor concentração de chuvas verifica-se nos períodos de maio a agosto, correspondendo à aproximadamente 1/5 da precipitação anual. Por outro lado, no verão a precipitação é mais regular e intensa, podendo atingir valores superiores a 800 mm no trimestre. No litoral paranaense a precipitação do mês mais seco é sempre superior a 60 mm, com chuvas bem distribuídas durante o ano.



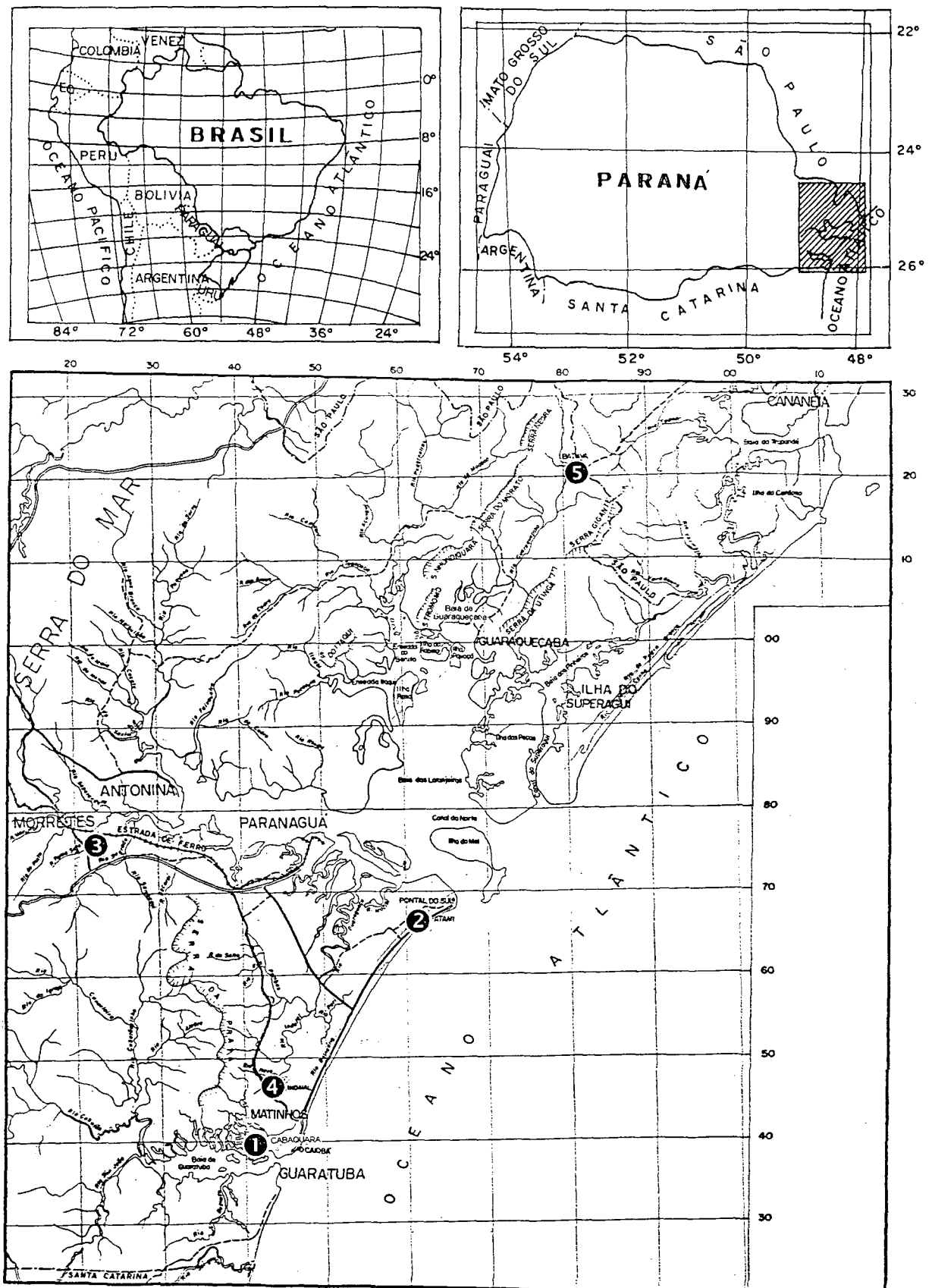


FIGURA 3 - Localização das áreas de coleta: 1 Cabaquara, 2 Atami, 3 Passa-Sete, 4 Alexandra-Matinhos, 5 Batuva (Fonte: IBGE, 1983).

Conforme IAPAR (1978), baseando-se em Thornthwaite e Mather, em méida, a umidade relativa do ar é de 85%, a evapotranspiração potencial anual é de 900-1100 mm, provocando excedentes hídricos anuais superiores a 1000 mm.

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE ESTUDO

A presença comum e marcante da caxeta faz com que fisionomicamente os caxetais pareçam similares, no entanto sua estrutura e composição são muito diferentes. Os cinco caxetais estudados e já caracterizados fitossociologicamente por ZILLER (1992), encontram-se sob o ponto de vista sucessional em estágios diferenciados. O de menor complexidade florística é o Passa-Sete, seguido por Batuva, Cabaquara, Atami e Alexandra-Matinhos, sendo este último o de maior diversidade, caracterizando uma transição entre as Formações Pioneiras de Influência Fluvial e a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, segundo a terminologia proposta por LEITE & KLEIN (1990), VELOSO *et. al* (1991) e IBGE (1992).

Em todos os sítios, a caxeta foi a única espécie que apresentou frequência integral e regularidade expressiva em densidade e dominância, com exceção de Alexandra-Matinhos, onde sua dominância é superada pelo guanandi (*Callophyllum brasiliense*), no estrato superior (ZILLER, 1992).

As principais características dos locais de estudo são apresentadas a seguir.

**Passa-Sete:** Localiza-se em Morretes (25°31'13"S e 48°33'27"W) a 10 m s.n.m., próximo da rodovia PR-408, a 2 km da sede do município. Dista 12 km da Baía Paranaguá e 39 km da linha da costa, sendo o mais afastado da orla marítima.

É banhado pelo Rio Passa-Sete que faz parte da bacia hidrográfica do Rio Nhundiaquara que deságua na Baía de Paranaguá. É limitado pelas serras da Prata, Canavieiras, da Igreja e Marumbi.

O relevo é plano e o solo é Orgânico fibriloso-lenhoso profundo e Distrófico, com substrato muito argiloso, igualmente Distrófico.

Esta fitocenose tem 11 m de altura e é composta por 13 espécies arbóreas, distribuídas em 11 gêneros e 9 famílias botânicas. A caxeta e o ipê-do-brejo (*Tabebuia umbellata*) são responsáveis por 90% da área basal. Nos três estratos, a caxeta é a espécie mais expressiva tanto em densidade (90%-69%-53%), como em dominância (93%-72%-56%). Destacam-se ainda *Tibouchina multiceps* (jacatirão), *Tabebuia umbellata* e *Marlierea tomentosa* (guapurunga).

É o sítio mais alterado em função da drenagem efetuada em sua bordadura, para o cultivo de banana e cana-de-açúcar, sendo considerado talvez por isso, o de menor diversidade.

**Batuva:** Localiza-se em Guaraqueçaba (25°06'00"S e 48°12'41"W) a 70 m s.n.m., muito próximo do limite geográfico com o Estado de São Paulo. Dista 24 km tanto da sede do município, como da linha da costa, 15 km do Mar do Taquari-SP e 20 km da Baía de Guaraqueçaba. É o sítio mais interiorizado em relação à baía e o de maior altitude. Está sob influência do Rio Guaraqueçaba que constitui parte da bacia hidrográfica da Baía das Laranjeiras, desaguando porém na Baía de Guaraqueçaba. Ocupa o vale formado pelas Serras da Utinga, Negra, Gigante e Morato.

O relevo é plano e o solo é Orgânico fibrico-lenhoso profundo Distrófico, com mais de um metro de profundidade, com substrato franco-siltoso Distrófico.

Da mesma forma que em Passa-Sete, esta floresta tem 11 m de altura e nela ocorrem 13 espécies arbóreas, 11 gêneros, de 10 famílias. A caxeta é a espécie que apresenta a maior densidade (80%, 58% e 44%) e dominância (81%, 62% e 39%), nos estratos superior, médio e inferior. O ipê-do-brejo, embora um pouco menos expressivo do que no sítio anterior, é igualmente importante nos estratos superior e médio e a guapurunga no inferior.

**Cabaquara:** Localiza-se em Matinhos (25°50'10"S e 48°34'21"W), a 2-3 m s.n.m., próximo a rodovia PR-412, numa área contígua ao Iate Clube de Caiobá. Situa-se a 100 m da Baía de Guaratuba, 2 km da costa e a 15 km do limite norte do Estado de Santa Catarina.

Trata-se do único caso em que o ambiente é tipicamente estuarino (flúvio-marinho). Está sob influência da bacia hidrográfica da Baía de Guaratuba que recebe os sedimentos oriundos dos Rios São João, Cubatão e Cubatãozinho que desaguam na baía. Este caxetal está na base do morro de Cabaquara que é parte da Serra da Prata. Além disso é atravessado por um riacho de planície que sofre a influência das marés, por estar muito próximo ao nível do mar.

O relevo é plano e o solo é Orgânico fibrico-lenhoso profundo Eutrófico Solódico, com uma profundidade em torno de 140 cm, assentado sobre um substrato franco-siltoso Distrófico salino.

Quanto à florística, apresenta 27 espécies arbóreas, 22 gêneros de 13 famílias. A altura média do estrato dominante é de 12 m. A caxeta domina os estratos superior, médio e inferior, com a maior densidade (63%-61%-52%) e dominância (54%-57%- 46%) seguida pelo araçá (*Psidium cattleianum* Sab.).

**Atami:** Localiza-se em Pontal do Sul (25°35'27"S e 48°23'15"W), a 3 m s.n.m., à margem da PR-412 e a 3 km da sede do município. Seu ambiente é marinho, de restinga e é, dentre os caxetais estudados, o mais próximo do mar, distando apenas 400 m da linha da costa.

Situa-se em área deprimida (intercordões), recebendo a maior contribuição de águas pluviais e a fluvial apenas pelo intermitente riacho Penedo, portanto sem influência de bacia hidrográfica, além de não estar limitado por serras, como os demais. Trata-se de uma área

de contato entre o ambiente xerófilo e o hidrófilo da restinga, ou seja, uma área de tensão ecológica (Sistema de Transição restinga seca-úmida) (ANDRADE, 1967 e LEITE & KLEIN, 1990).

O relevo é plano e o solo é Orgânico fibrico-lenhoso pouco profundo Distrófico, com substrato arenoso Eutrófico.

Sob o ponto de vista florístico, este caxetal é o segundo em diversidade, com 29 espécies arbóreas distribuídas em 21 gêneros de 15 famílias. A caxeta continua sendo a espécie de maior densidade (63%-42%-14%) e dominância nos dois estratos (56% e 37%), porém no terceiro estrato é dominada pela família Moraceae (28%). A altura média do estrato dominante é de 12 m. Associa-se principalmente com caúna (*Ilex* spp.), figueiras (*Ficus* spp., *Coussapoa* sp., jerivá (*Syagrus romazoffiana*), muxinga (*Byrsonima ligustrifolia*) e mirtáceas.

**Alexandra-Matinhos:** Localiza-se em Matinhos (25°46'46"S e 48°33'27"W), a 5 m s.n.m., ao longo da rodovia estadual PR-508, a 4 km da cidade de Matinhos e a 3,5 km da linha da costa.

O ambiente é tipicamente fluvial banhado pelo Rio Indaial, afluente do Guaraguaçu que é o principal rio da bacia hidrográfica da Baía de Paranaguá, cujas nascentes são oriundas do complexo da Serra da Prata.

O relevo é plano e o solo é Orgânico fibrico-lenhoso Distrófico, com profundidade superior a 2 m.

Este sítio foi selecionado por estar em um estágio sucessional mais avançado e também pela maior diversidade florística (36 espécies arbóreas, 28 gêneros de 21 famílias). A altura média do estrato dominante é de 15 m e, nesta situação, a caxeta (22%) é dominada pelo guanandi (56%). Nos demais estratos, destaca-se como a mais importante (56% e 28%), porém, continua como a espécie de maior densidade nos três estratos (41%-61%-28%). A associação florística dominante é de caxeta, guanandi e mirtáceas (*Eugenia* sp).

### 3.4 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

#### Coleta de material

##### Morfologia e Anatomia

A coleta do material foi efetuada entre dezembro e março de 1989-1990. As amostras de caule, raiz e folhas foram obtidas pela seleção de 4 árvores por sítio, distanciadas aproximadamente 30 m uma da outra e com idade aproximada de 15 anos. Optou-se pelas rebrotas com aproximadamente 12 cm de DAP e uma altura entre 6 e 12 m.

Do caule retirou-se, na altura do DAP, com auxílio de um formão e de um martelo de madeira, dois ou três blocos retangulares de aproximadamente 3x4x3 cm, incluindo a casca com 0,3- 0,5 cm.

Da raiz retirou-se segmentos de 10 cm de comprimento à uma profundidade de 10 cm no solo, com auxílio de um pequeno serrote manual. Estas amostras correspondem às raízes de sustentação e não aos pneumatóforos geniculados observados ao longo destas.

Tanto do caule, como da raiz, os blocos foram obtidos de segmentos de 2 cm de profundidade, a partir da casca.

Para as observações anatômicas das folhas, foram coletadas no mínimo 20 folhas, tanto de sol e como de sombra, dos mesmos indivíduos. As de sol, foram obtidas de galhos do topo das copas, com auxílio de uma linhada e podão (KUNIYOSHI, 1974), retirando-se então folhas do terceiro nó. A maioria dos autores utilizam folhas do quarto nó, considerando que estão em melhor estágio de maturidade. No caso da caxeta, optou-se pelas do terceiro nó, em razão da uniformidade, aspecto e desenvolvimento, e por estar mais de acordo com a bibliografia específica. As do quarto nó apresentavam-se deformadas e com sinais de senescência, talvez ligada à semi-deciduidade da espécie e à uma fase fenológica anterior. Já as de sombra, condicionadas a uma luminosidade relativa de 1 a 3% (luxímetro, tipo H&B), foram retiradas de rebrotas mais jovens, cujo diâmetro do caule atingia no máximo 5 cm e a altura de 3 m. As folhas foram posteriormente acondicionadas em frascos de vidro e fixadas em álcool 70°.

Para a determinação do comprimento, largura e área das folhas, foram colhidas 10 folhas de sombra e de sol de cada indivíduo, sendo fotocopiadas, herborizadas e/ou fixadas em álcool a 70°. O comprimento e largura foram obtidas com uma escala milimétrica e a área foliar, diretamente em um medidor de área automático (Automatic Area Meter, modelo AAC-400).

Material de herbário, identificado pelo Botânico Dr. Gert Hatschbach do Museu Botânico Municipal (MBM) da Prefeitura Municipal de Curitiba, está incorporado ao acervo do Herbário do Curso de Engenharia Florestal (número de registro EFC:- 134, 160, 170, 2061, 2017, 2335).

### Solo

A amostragem para caracterização pedofisiográfica e análise físico-química foi feita apenas com a intenção de melhor conhecer o ambiente e verificar o grau de variação entre os locais estudados, já que a existência dos caxetais está também intimamente subordinada ao fator edáfico. Para tanto, no período de julho a setembro de 1989, quando o solo se apresentava menos encharcado, os pedólogos da EMBRAPA-CNPQ, Gustavo R. Curcio e Marcos F.G. Rachwal, procederam as coletas e interpretação das análises.

Em função do ambiente lodoso, com profundidades que variavam entre 50 cm até

mais de dois metros, para alcançar o substrato mineral e após os insucessos na obtenção de amostras com trados convencionais, foi necessário confeccionar um equipamento que possibilitasse a retirada de amostras mais representativas, inclusive morfológicamente. Assim, em uma indústria metalúrgica foi possível adaptar num tubo de PVC de 100 mm de diâmetro e 2 m de comprimento, um anel com dois cabos laterais de ferro na extremidade superior, tendo na inferior, uma superfície cortante, de tal modo que quando o equipamento era empurrado no solo cortava o material fibroso existente (FIGURA 4). No momento da coleta, observou-se uma compressão no solo, em função da pressão exercida pelo tubo. Além disso, para a amostragem foi necessário uma cortadeira, com o qual se cavava em torno do tubo até chegar à base, o que facilitava a retirada do mesmo. Este equipamento mostrou-se eficiente na retirada das amostras.

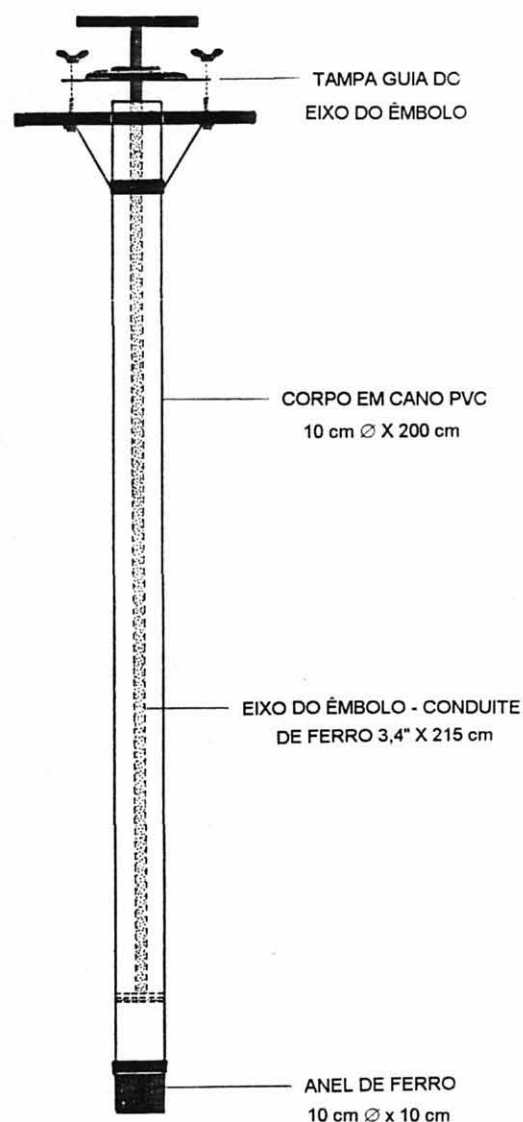


FIGURA 4 - Amostra de solo e equipamento de coleta.

As descrições morfológicas foram realizadas de acordo com o Manual de Métodos de Campo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (LEMOS & SANTOS, 1984). As análises foram efetuadas no Laboratório do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, segundo metodologia proposta por EMBRAPA (1979). Os parâmetros químicos foram determinados nas amostras úmidas, com exceção da condutibilidade elétrica (C.E.) que foi a seco.

De acordo com a metodologia proposta pelo SNLCS/EMBRAPA (1979) foram efetuadas as seguintes análises :

- análise química: C%, Ca, Mg, K, Na, P, pH (H<sub>2</sub>O e KCl), Al, H, Capacidade de Troca de Cátions (CTC), Soma de bases (S), Saturação com Alumínio (m%), Saturação em bases (V%), sais solúveis, condutibilidade elétrica e saturação com Na;
- análise física: argila, silte e areia (grossa e fina).

### **Obtenção dos dados**

#### Microtécnica

A preparação de lâminas permanentes do material coletado e as observações histométricas foram realizadas no laboratório de Anatomia de Madeira do Curso de Engenharia Florestal da UFPR.

Todas as secções histológicas passaram pelos processos de desidratação em série alcóolica crescente, coloração, diafanização em xilol e montagem em lâmina com *Entellan*. De cada amostra foram preparadas em média 10 lâminas.

A espessura das secções transversais variaram entre 6 e 15µm.

**Folha:** Das amostras coletadas de folhas de sol e de sombra, para padronizar as amostras, optou-se pela porção central mediana da folha. Para tanto, das secções transversais de folhas de sol e sombra, foram obtidas retângulos de 1 x 0,5 cm do terço mediano das folhas, entre a nervura central e o terço marginal. Com 3-5 destes retângulos foram montados pequenos blocos no micrótomo de congelção, processando-se então o seccionamento.

As secções paradermais das epidermes adaxiais e abaxiais de folhas de sol e de sombra, foram obtidas manualmente com auxílio de lâminas de barbear. Os fragmentos de epiderme foram retirados próximos à nervura central, da porção mediana das folhas inteiras, e colocados em placas Petri com água, passando por diafanização em hipoclorito de sódio a 5% e desidratação em série alcóolica crescente.

As secções transversais foram coloridas com safranina e azul de Astra. As paradermais, devido à dificuldade na observação dos diferentes tipos de escamas, na

epiderme, tentou-se também, coloração dupla de safranina e azul de metileno e tripla de vermelho de acridina, crisoidina e azul de Astra, obtendo-se neste último, uma melhor diferenciação (DUJARDIN, 1964).

**Caule:** Para a preparação de lâminas das secções anatômicas foram preparados 3 bloquinhos das amostras de campo, fixados em álcool 70°. Como a madeira é de baixa densidade, não foi necessário passar pelo processo de cozimento para amolecê-la. Foram efetuados cortes nos planos transversal, longitudinal radial e tangencial (secantial), utilizando-se para tanto um micrótomo de deslizamento, modelo Spencer, AO nº 860, regulado na espessura entre 8- 15 micrômetros.

**Raiz:** Os blocos de raiz, devido à sua baixa densidade e consistência muito semelhante a um isopor, foram incluído em polietileno-glicol (PEG - Carbowax 1.500 USP). Após este processo, as secções foram obtidas em micrótomo de deslizamento. O polietileno-glicol foi retirado das secções obtidas através de água fervente.

As secções, tanto para caule como para a raiz, foram coradas com safranina e azul de Astra em solução alcoólica 70°, desidratadas em série alcoólica ascendente e em xilol; e montadas em lâmina com *Entellan*.

Para o estudo das células lenhosas do caule e da raiz foram feitos macerados, utilizando-se para tanto o método de Jeffrey (JOHANSEN, 1940). A dissociação possibilita certas medições como, por exemplo, o comprimento de fibras e elementos vasculares. O material dissociado foi colorido com safranina, seguindo-se desidratação e montagem como as anteriores.

### Histometria

Com o intuito de observar os elementos celulares estruturais do xilema de caule e raiz, foram efetuadas 30 medições de cada tipo de célula por amostra, sendo 120 medições por sítio, perfazendo um total de 600 medições, a fim de se obter os valores para os cálculos estatísticos, bem como quantificar os valores mínimos, médios, máximos e o coeficiente de variação dos elementos medidos.

As variáveis consideradas foram a altura das séries de células do parênquima axial; dos raios, a altura, a largura em número de células e raios/mm linear; dos vasos, o comprimento dos elementos de vaso, diâmetro tangencial dos vasos, número de vasos/mm<sup>2</sup>; comprimento de fibras foi obtido em macerado do caule e raiz. Na contagem de vasos/mm<sup>2</sup>, cada vaso foi considerado como uma unidade. Nas medidas do diâmetro tangencial dos vasos foram incluídas as paredes e não apenas o diâmetro do lume. As unidades de medidas utilizadas foram micrômetros (µm), quando não citadas junto à variável.



As variáveis observadas foram as seguintes:

Xilema do caule e raiz:

*Vasos:*

- Diâmetro tangencial dos elementos ( $\mu\text{m}$ ), 120 repetições/sítio
- Comprimento ( $\mu\text{m}$ ), 120 repetições/sítio
- Número/ $\text{mm}^2$ , 120 repetições/sítio

*Fibras:*

- Comprimento ( $\mu\text{m}$ ), 120 repetições/sítio

*Raios:*

- Número/mm linear, 80 repetições/sítio
- Altura ( $\mu\text{m}$ ), 120 repetições/sítio
- Largura em número de células, 120 repetições/sítio

*Parênquima:*

- Altura da série de parênquima axial ( $\mu\text{m}$ ), 120 repetições/sítio
- Número de células das séries de parênquima axial, 120 repetições/sítio

*Porcentagem de tecidos:*

- Porcentagem de fibras, 4 amostras/repetição
- Porcentagem de parênquima axial, 4 amostras/repetição
- Porcentagem de raios, 4 amostras/repetição
- Porcentagem de vasos, 4 amostras/repetição

*Porcentagem de tipos de raios e vasos:*

- Porcentagem de raios uni, bi e trisseriados, 4 amostras/repetição
- Porcentagem de vasos solitários, geminados e múltiplos, 4 amostras/repetição

Folhas:

*Dimensões das folhas de sombra e de sol:*

- Comprimento e largura (cm), 40 folhas/sítio
  - Área ( $\text{cm}^2$ ), 30 folhas/sítio
  - Espessura ( $\mu\text{m}$ ), 120 repetições/sítio
- No comprimento e área foliar foram incluídos os pecíolos

*Tecido de revestimento:*

- Espessura da cutícula ( $\mu\text{m}$ ), 120 repetições/sítio
- Espessura epiderme ( $\mu\text{m}$ ), 120 repetições/sítio
- Altura da hipoderme ( $\mu\text{m}$ ), 120 repetições/sítio
- Número de células, camada hipodérmica, 120 repetições/sítio

*Indumento (tricomias):*

- Porcentagem de cada tipo, 4 amostras/repetição/sítio
- Diâmetro ( $\mu\text{m}$ ), 120 repetições/sítio/tipo
- Número/ $\text{mm}^2$ , 120 repetições/sítio/tipo

*Estômatos:*

- Comprimento e largura ( $\mu\text{m}$ ), 120 repetições/sítio
- Número/ $\text{mm}^2$ , 120 repetições/sítio

*Mesofilo:*

- Altura dos parênquimas lacunoso e paliádico ( $\mu\text{m}$ ), 120 repetições/sítio
- Número de células da camada do parênquima paliádico ( $\mu\text{m}$ ), 120 repetições/sítio

As mensurações dos elementos celulares individuais seguiram as recomendações da COPANT (1973), sendo acrescentadas alterações propostas por BURGER (1979); MARCHIORI (1980, 1990) e MUÑIZ (1986).

Para obter os dados quantitativos dos elementos do xilema e das folhas foi utilizado um microscópio binocular Carl-Zeiss.

Para a contagem de vasos/ $\text{mm}^2$  foi utilizada uma ocular com retículo de  $1\text{ mm}^2$ . A contagem linear e a porcentagem dos diferentes tipos de tecidos foi efetuada aleatoriamente, em microscópio binocular, com escala graduada em micrômetros, em uma das oculares. Assim, quando o tipo de célula observada coincidia com um determinado ponto dessa escala, movimentando-se o *charriot*, sobre as secções transversais, efetuava-se a contagem. No caso das diferentes classes de raios, quanto à largura em número de células, as contagens foram feitas sobre a secção secantial. As porcentagens de tecidos observadas foram dos raios, vasos, parênquima e fibras, além disso, a proporção de raios uni, bi e multiseriados e a de vasos solitários, geminados e múltiplos, sendo consideradas quatro repetições por amostra. Nas contagens de porcentagem, utilizou-se o aparelho Leucodiff 1050.

As medições de tricomas e estômatos foram efetuadas nas secções paradermais das folhas de sol e de sombra.

As medições do comprimento das fibras foram obtidas de tecido macerado, através de um aparelho semi-automático medidor e analisador de imagem Videoplan (Kontron) acoplado a um microcomputador. Neste a imagem microscópica, com a magnificação desejada, é projetada por um microprojektor sobre uma placa magnetizada e, com o auxílio de uma caneta magnetizada especial ligada ao aparelho, mede-se o elemento celular projetado na placa. Os dados histométricos são projetados na tela do monitor, obtendo-se desta maneira a leitura direta em micrômetros ou impressos na impressora deste conjunto.

Ilustrações

Para as ilustrações do material anatômico optou-se por fotomicrografias, para tanto foi utilizado um fotomicroscópio (Karl-Zeiss). O filme foi de 35 mm, preto e branco (ILFORD/PANF) de 50ASA-180; as ampliações foram efetuadas em papel fotográfico brilhante (*Kodabromid S-3*). Para as fotografias a campo foram utilizados filmes

KODAK 400ASA e de 100ASA, preto e branco em máquina fotográfica (Minolta e Cannon) e ampliadas em papel fotográfico fosco (*Kodabromid S-3*).

### 3.5 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

Segundo MUNIZ (1986), para identificação e descrição de espécies os valores mínimos, médio, máximo e desvio padrão, erro padrão ou coeficiente de variação dos caracteres observados são suficientes. Porém, dependendo do objetivo da pesquisa é necessária a aplicação da estatística.

Para a análise das variáveis quantitativas morfo-anatômicas do caule, raiz e folhas, o modelo estatístico utilizado foi o delineamento em blocos ao acaso. Os caxetais de Cabaquara, Atami, Passa-Sete, Alexandra-Matinhos e Batuva foram denominados de sítios 1, 2, 3, 4 e 5 respectivamente e as 4 árvores de um sítio foram consideradas como blocos. Foram efetuadas 30 medições por indivíduo para cada parâmetro, perfazendo um total de 120 repetições por bloco, já que cada parâmetro foi aferido 600 vezes. Os dados referentes às porcentagens foram de 4 repetições por sítio.

Para verificar a variação entre os tratamentos, foi efetuada a análise de variância (ANOVA). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey e o nível de significância pelo teste F. Os dados de porcentagem para efeito de análise estatística foram transformados  $\sqrt{x + 0,5}$ , visando a homogeneização dos mesmos.

Além disso, com a intenção de observar tendências de comportamento quanto à eficiência e resistência dos elementos de vaso em relação ao déficit hídrico e ao meio, calculou-se os índices de vulnerabilidade, mesomorfismo desenvolvidos por Carlquist e DeBuhr e o índice condutividade ou equação de Hagen-Posseuille (BAAS, 1980). O índice de vulnerabilidade é calculado pela divisão do diâmetro médio dos vasos pelo número de vasos por mm<sup>2</sup>. O grau de mesomorfismo é a vulnerabilidade dividida pelo comprimento médio dos vasos. O índice de condutividade obtém-se dividindo-se o diâmetro médio dos vasos pelo seu comprimento. Este índice é utilizado pelos pesquisadores que criticam os outros dois índices.

O delineamento estatístico foi orientado por Edilson Batista de Oliveira, já o processamento e análise dos dados foram realizados por Osmir J. Lavoranti, ambos do Centro de Processamento de Dados da EMBRAPA-CNPQ, em Colombo-PR.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão abordadas e discutidas as variações morfo-anatômicas constatadas no caule, raiz e folhas de *T. cassinoides*, nos diferentes sítios. Embora os solos pertençam a mesma classe, manifestam diferenças importantes. Observe-se também que não foram considerados os aspectos individuais ou genéticos da espécie. Complementarmente foram incluídas algumas informações de caráter geral, obtidas quando do levantamento a campo, não necessariamente vinculadas aos objetivos deste trabalho.

### 4.1 SOLO

Os solos aparentemente apresentam-se homogêneos ao longo dos perfis (pequena diferenciação entre os horizontes), no entanto manifestam um aumento no grau de decomposição da matéria orgânica com a profundidade. A cor também é bastante homogênea entre os sítios, com exceção de Alexandra-Matinhos que exhibe matizes menos escuros que os demais (ANEXOS 1, 2 e 3). No horizonte imediatamente acima do substrato em Cabaquara, Passa-Sete e Batuva verificou-se uma certa concentração de raízes grossas dispostas horizontalmente.

Quanto às características morfológicas e físicas, em relação à profundidade, os solos nos diferentes sítios apresentam espessuras variáveis, sendo Atami, o de menor espessura, onde o substrato arenoso eutrófico ocorre a 55 cm da superfície. É também o menos encharcado e talvez seja o mais jovem, por se encontrar mais próximo do mar e por apresentar os cordões litorâneos ainda não totalmente reafeiçoados. Por outro lado, o solo de Alexandra-Matinhos é o mais profundo e o de maior extensão, não sendo observado o substrato arenoso distrófico dentro dos 2 m de profundidade, como ocorre em áreas adjacentes.

O solo de Cabaquara, o mais próximo da baía, apresenta um substrato franco-siltoso, o que talvez seja explicado pela gênese ligada ao ambiente marinho de estuário. Nos mais interiorizados, Batuva e Passa-Sete, verificou-se baixos teores em areia no substrato, além dos maiores valores em argila nos horizontes orgânicos. Em Batuva, é interessante ainda observar a ocorrência de uma camada mineral de 3 cm de espessura, entreposta nos horizontes orgânicos e que, possivelmente seja decorrente do

processo de drenagem para cultivos agrícolas anteriores.

Embora, tratando-se da mesma classe de solo, sob o ponto de vista químico mostram-se heterogêneos. Os solos mais ricos em bases (S) foram os de Batuva e Cabaquara; o mais pobre, o de Passa-Sete, possivelmente pela drenagem em seus limites; sendo Atami e Alexandra-Matinhos, intermediários. Cabaquara foi único a apresentar caráter eutrófico ( $V\% \geq 50$ ) e solódico ( $100\% \text{ Na}^+/T=6\%$ ) no horizonte H1, além da presença do horizonte salino no IICg, cuja condutividade elétrica é igual a 4 mmhos/cm. Saliente-se que o caráter eutrófico de Cabaquara sofre muito a influência dos altos teores em sódio trocável e a ausência do alumínio trocável nos horizontes superficiais. O alumínio também não ocorre em Alexandra-Matinhos. Por outro lado, Batuva apresentou os maiores teores de  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^+$  e  $\text{K}^+$ , porém devido à alta capacidade de troca ( $\text{CTC} = \text{Valor T}$ ), apresenta caráter distrófico. A alta saturação de bases de Batuva poderia ser explicada pela contribuição mineral proveniente do material de origem das serras que circundam este sítio e que suprem a rede hidrográfica da bacia do rio Guaraqueçaba. Atami é o sítio que apresentou os teores mais elevados de carbono orgânico no horizonte H1. O fato deste solo ter apresentado a menor espessura do horizonte orgânico, pode estar indicando ser o menos evoluído. Os teores mais baixos de carbono ocorrem no solo de Passa-Sete, sendo intermediários nos demais.

Observe-se também que todos os substratos variaram, sendo o de Cabaquara franco-siltoso distrófico salino; Atami, arenoso eutrófico; Passa-Sete, muito argiloso distrófico; Alexandra-Matinhos, arenoso distrófico e Batuva franco-siltoso distrófico. O caráter álico não se observa em nenhum dos sítios.

## 4.2 CAULE E RAIZ

Na TABELA 1 consta o resumo das variáveis observadas, nas amostras do xilema secundário do caule e da raiz, de *T. cassinoides* que em seguida serão comentados separadamente.

Porcentagem de tecidos: Quanto aos elementos estruturais do xilema, pode-se observar na TABELA 2, a participação relativa dos mesmos, tanto para o caule como para a raiz. Em média, no caule, as fibras participam com 63%, os vasos com 7% e, tanto os raios como o parênquima, com 15%. Já a raiz é composta por 68% de fibras, 18% de parênquima, 12% de raios e apenas 4% de vasos. É interessante observar a baixa frequência de vasos tanto no caule como na raiz.

TABELA 1 - Valores médios/sítio das variáveis analisadas do xilema secundário do caule e raiz de *T. cassinoides*

SÍTIO	CABAQUARA		ATAMI		P.SETE		ALEX-MAT		BATUVA		M.GERAL					
VARIÁVEL	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	CAULE			RAIZ		
											MÍN	MÉD	MÁX	MÍN	MÉD	MÁX
CP.FIBRA (µm)	887,0	575,0	840,0	623,0	827,0	679,0	860,0	706,0	796,0	555,0	419	842	1386	286	627	1137
% FIBRAS	58,7	61,9	60,6	67,9	63,7	64,5	66,3	68,8	66,0	71,8	45	63	80	45	7	89
AL. PARÊNQ.(µm)	457,0	464,0	440,0	465,0	434,0	452,0	427,0	466,0	413,0	437,0	150	435	740	180	457	690
nc parênq.	3,3	4,3	3,4	3,7	3,7	3,8	3,3	3,9	3,3	3,7	2	3	8	2	4	8
% PARÊNQ.	17,1	21,4	14,4	16,8	14,2	18,0	12,8	15,5	13,0	13,4	3	15	27	3	18	39
ØVASOS (µm)	102,0	91,0	100,0	101,0	96,0	81,0	114,0	101,0	104,0	84,0	47	103	190	42	92	181
CP,VASOS(µm)	399,0	416,0	393,0	412,0	398,0	391,0	361,0	429,0	352,0	383,0	160	381	640	180	406	650
n.VASOS/mm <sup>2</sup>	11,0	4,0	14,0	5,0	12,0	5,0	10,0	6,0	10,0	5,0	5	12	27	0	6	23
n.V.Sol./mm <sup>2</sup>	2,5	2,7	3,4	2,4	2,5	2,9	2,5	2,5	2,5	2,2	0	3	10	0	3	13
n.V.Gem./mm <sup>2</sup>	2,1	0,9	2,3	1,1	2,7	1,1	10,1	0,9	9,6	0,9	0	2	7	0	1	7
n.V.Múlt.(3)/mm <sup>2</sup>	0,6	0,2	0,7	0,1	0,5	0,3	0,5	0,1	0,5	0,2	0	1	6	0	0	3
n.V.Múlt.(4)/mm <sup>2</sup>	0,3	0,1	0,7	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0	0	0	0	0	2
n.V.Múlt.(≥5)/mm <sup>2</sup>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0	0	2	0	0	2
% VASOS	6,5	4,6	8,7	4,5	5,4	4,0	6,8	4,4	6,0	3,0	1	7	15	1	4	11
% V.Solitários	45,1	67,9	51,8	65,3	41,1	61,8	42,6	63,8	47,7	68,5	28	46	67	48	66	83
% V.Geminados	34,7	24,7	31,2	27,3	36,7	30,3	42,3	28,9	36,2	25,2	21	36	59	13	28	40
% V.Múlt. (3)	11,5	4,9	9,7	4,2	14,3	5,3	8,9	4,7	9,75	3,7	3	11	25	0	5	9
% V.Múlt.(≥4)	7,0	1,9	6,3	1,8	8,1	2,0	5,5	1,6	6,1	2,1	1	7	22	0	2	6
AL,RAIOS (µm)	24,5	23,7	25,5	22,1	23,0	26,3	26,6	23,0	22,7	24,7	2	25	61	3	24	70
RAIOS/mm linear	10,2	5,4	10,5	5,6	10,0	6,6	9,0	5,8	9,0	5,7	4	10	16	1	6	22
n.R.UN/mm linear	8,0	7,6	7,0	5,7	7,9	6,2	7,1	5,5	7,4	5,5	4	8	13	1	6	13
n.R.PB+BI/mm lin.	11,6	0,2	14,2	0,9	12,2	1,3	10,3	1,2	9,8	1,6	5	12	27	0	1	9
% RAIOS	16,8	10,4	14,9	10,0	15,1	11,8	13,3	12,5	13,4	9,5	3	15	30	3	12	70
% Raios UN	85,7	94,2	74,5	80,1	68,9	83,5	77,5	80,2	52,7	70,1	33	72	96	48	82	99
% Raios PB	12,5	5,4	22,7	16,2	26,1	13,6	21,2	16,4	40,1	24,7	3	26	55	1	17	46
% Raios BI	0,9	0,3	1,5	1,0	2,1	0,7	0,1	0,6	4,5	1,5	0	2	16	0	1	8
% Raios TRI	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0	0	2	0	0	2

CP=comprimento; AL=altura; n.V.=número de vasos; V.= vasos; sol.=solitários; múlt.=múltiplos; nc parênq.=número de células da série de parênquima; n.R=número de raios; UN,PB,BI,TRI=raios unisseriados, parcialmente bisseriados, trisseriados; (um)=micrômetro; C=caule; R=raiz.

Quanto à porcentagem e altura de raios, tanto no caule como na raiz não foram constatadas diferenças entre os sítios. Porém no caule, há um maior porcentual de raios, do que na raiz, assim como em relação aos demais elementos. Desta forma, Cabaquara apresenta 6% a mais de raios no caule, 4% a mais de parênquima na raiz, enquanto que Atami e Batuva têm 6% a mais de fibras na raiz (TABELA 2).

TABELA 2 - Porcentagem de tecidos da madeira do caule e raiz, para os sítios estudados.

SÍTIO	CAULE				RAIZ			
	VASOS	PARÊNQ.	RAIOS	FIBRAS	VASOS	PARÊNQ.	RAIOS	FIBRAS
1-CAB	6,53 ab	17,14 a	16,76 a	58,71c	4,58 a	21,39 a	10,41a	61,87 b
2-ATA	8,70 a	14,36 ab	14,89 a	60,56 bc	4,55 a	16,84 ab	10,00 a	67,95 ab
3-PSE	5,35 b	14,15 ab	15,11 a	63,71 abc	4,04 a	17,95 ab	11,82 a	64,49 ab
4-ALE	6,82 ab	12,77 b	13,25 a	66,27 a	4,43 a	15,50 ab	12,54 a	68,78 ab
5-BAT	6,00 ab	12,95 ab	13,38 a	65,96 ab	2,96 a	13,41 b	9,46 a	71,75 a
MÉDIA	7,01	14,81	14,96	63,21	4,35	17,71	11,54	67,27
Mín.	1,00	3,00	3,00	45,00	1,00	3,00	3,00	45,00
Máx.	15,00	27,00	30,00	80,00	11,00	39,00	70,00	89,00
CV(%)	80,44	38,69	29,55	11,57	51,87	41,63	68,31	14,47
F	3,21*	2,83*	2,60n.s	6,25**	1,99n.s.	3,34*	0,83n.s.	3,32*

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si; ao nível de 5%(\*), 1% (\*\*) de probabilidade e n.s., não significativo pelo Teste de Tukey.

Para CARLQUIST (1988), as características quantitativas de raios não têm grande importância em anatomia comparativa, porque na maioria das espécies variam grandemente durante a ontogênese, em especial em função da idade, mesmo que a altura e a largura sejam muito utilizadas em anatomia. No caso da caxeta, os resultados contradizem as observações de CARLQUIST (1988), quanto ao significado ecológico destes parâmetros. Talvez o fato das amostras terem sido padronizadas, inclusive pela idade e o grande número de repetições analisados, os resultados demonstram que não houve variações estatísticas, quanto aos parâmetros de porcentagem e altura de raios, junto com os demais elementos, tanto do caule, como da raiz. Porém, foram significativos, quanto ao porcentual dos tipos de raios na largura, em número de células (nc), excetuado os raios trisseriados, cuja ocorrência é eventual (FIGURA 5 e TABELAS 2, 3, 4).

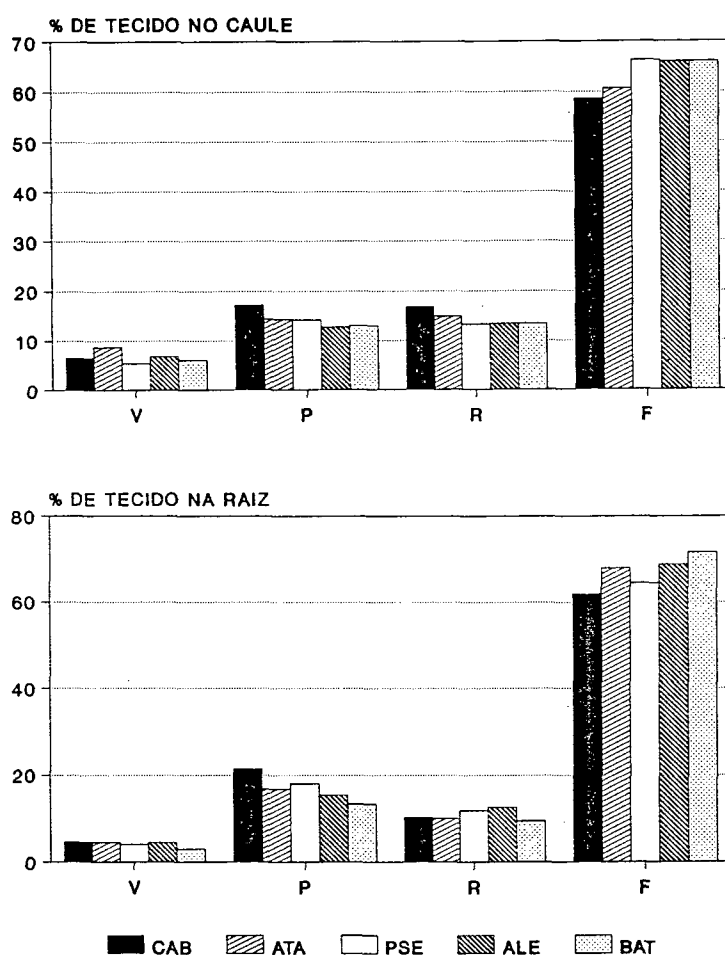


FIGURA 5 - Porcentagem dos tecidos da madeira do caule e da raiz por sítio: vaso (V); parênquima (P); raios (R); fibras (F).

TABELA 3 - Elementos estruturais da madeira do caule e da raiz: comprimento ( $\mu\text{m}$ ), altura ( $\mu\text{m}$ ), número de células, diâmetro ( $\mu\text{m}$ ).

SÍTIO	CAULE						RAIZ					
	C-FIBRAS	AL-PAR	nc	ØVASOS	C-VASOS	AL-RAIOS	C-FIBRAS	AL-PAR	nc	ØVASOS	C-VASOS	AL-RAIOS
1-CAB	888.60a	456.08 a	3.31b	102.36bc	399.50a	24.55a	575.33c	463.83ab	4.32a	90.46b	415.58ab	23.65a
2-ATA	839.59abc	439.75ab	3.42ab	100.29b	393.08a	25.49a	622.83b	465.42ab	3.66b	101.21a	411.75ab	22.13a
3-PSE	828.64bc	439.67ab	3.74a	95.84c	398.25a	23.02a	678.88ab	452.00ab	3.77 b	80.55c	390.83bc	26.32a
4-ALE	859.52ab	427.02ab	3.33b	114.04a	361.33b	26.58a	705.54a	466.08a	3.92ab	101.12a	429.42a	22.96a
5-BAT	795.92c	413.17b	3.34b	104.03b	352.33b	22.65a	555.42c	436.67b	3.72b	83.92bc	382.92c	24.74a
MÉDIA	842.44	435.14	3.43	103.31	380.78	24.46	627.6	456.8	3.88	91.45	406.1	23.96
Min.	418.62	150.0	2	46.67	160.0	2.0	286.05	180.0	2	41.76	180.0	3.0
Máx.	1386.0	740.0	8	189.56	640.0	61.0	1136.86	690.0	8	180.74	650.0	70.0
CV(%)	19.07	19.82	30.72	23.69	26.38	50.31	23.12	18.10	32.22	26.38	20.26	54.58
F	6.54**	4.55**	3.88**	11.36**	22.85**	2.26n.s	34.46**	3.10*	6.71**	22.85**	7.14**	2.0ns

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si; ao nível de 5%(\*), 1%(\*\*) de probabilidade e n.s., não significativo pelo Teste de Tukey. C=comprimento; PAR=parênquima; AL= altura; nc = média do número de células da série do parênquima.

TABELA 4 - Porcentagem dos tipos de raios, de acordo com a largura em número de células - caule e raiz.

SÍTIO	CAULE				RAIZ			
	UN	PB	BI	TRI	UN	PB	BI	TRI
1-CAB	85.68a	13.56d	1.125cd	0.00a	94.23a	5.37c	0.34b	0.047a
2-ATA	74.50 b	23.56bc	2.25bc	0.00a	80.14b	16.22b	0.96ab	0.047a
3-PSE	68.94c	27.81b	3.06b	0.0187a	83.53b	13.58b	0.73ab	0.000a
4-ALE	77.50b	22.75c	0.188d	0.00a	80.24b	16.42b	0.56ab	0.000a
5-BAT	52.69d	41.31a	5.69a	0.0187a	70.38c	24.65a	1.45a	0.080a
MÉDIA	71.86	25.80	2.462	0.075	82.05	16.62	1.10	0.050
Min.	33	3	0	0	48	1	0	0
Máx.	96	55	16	2	99	46	8	2
CV(%)	22.98	53.45	148.14	894.43	15.55	68.78	152.81	541.91
F	102.60**	77.46**	28.13**	1.00n.s.	54.24**	55.36**	3.69**	0.55n.s.

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si; ao nível de 5%(\*), 1%(\*\*) de probabilidade e n.s., não significativo pelo Teste Tukey. UN=uniseriado; PB=parcialmente bisseriado; BI=bisseriado; TRI=trisseriado.

Constatou-se ainda outras diferenças entre os sítios, onde no caule (FIGURAS 6 a 8), observou-se um maior percentual de vasos em Atami, diferindo estatisticamente de Passa-Sete, com um menor e nos demais sítios os valores foram intermediários. Quanto ao parênquima axial, Cabaquara detem o maior percentual e Alexandra-Matinhos, o menor. Enquanto que de fibras, Alexandra-Matinhos participa com o maior percentual, diferindo de Cabaquara e de Atami (TABELA 2).

Na raiz, em relação aos vasos, tiveram o mesmo comportamento entre os sítios (FIGURAS 6 a 8). Porém, quanto ao parênquima, Cabaquara e Batuva apresentam respectivamente, o maior e o menor percentual e nos demais sítios, valores intermediários. Em fibras, o comportamento é similar ao do parênquima, contudo de forma inversa, uma vez que Cabaquara se apresenta com o menor e Batuva com o maior percentual (TABELA 2).

Na TABELA 3, observa-se o comportamento de cada elemento estrutural, analisado separadamente por sítio, onde todas as variáveis, com exceção da altura dos raios, diferiram significativamente entre os sítios.



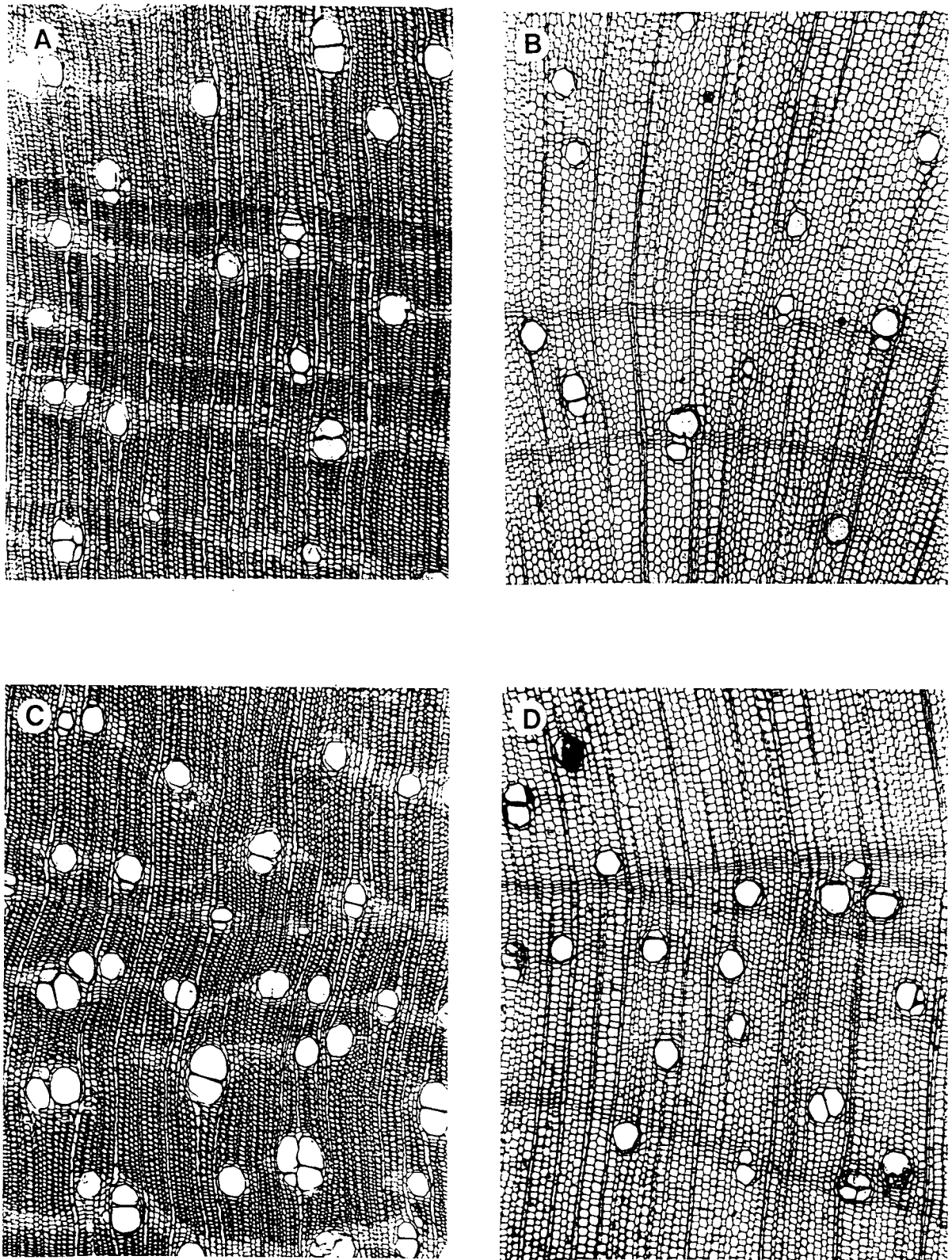


FIGURA 6 - Fotomicrografias de secções transversais da madeira de *T. cassinoides*, 125x.  
Cabaquara: A-caule; B-raiz. Atami: C-caule; D-raiz

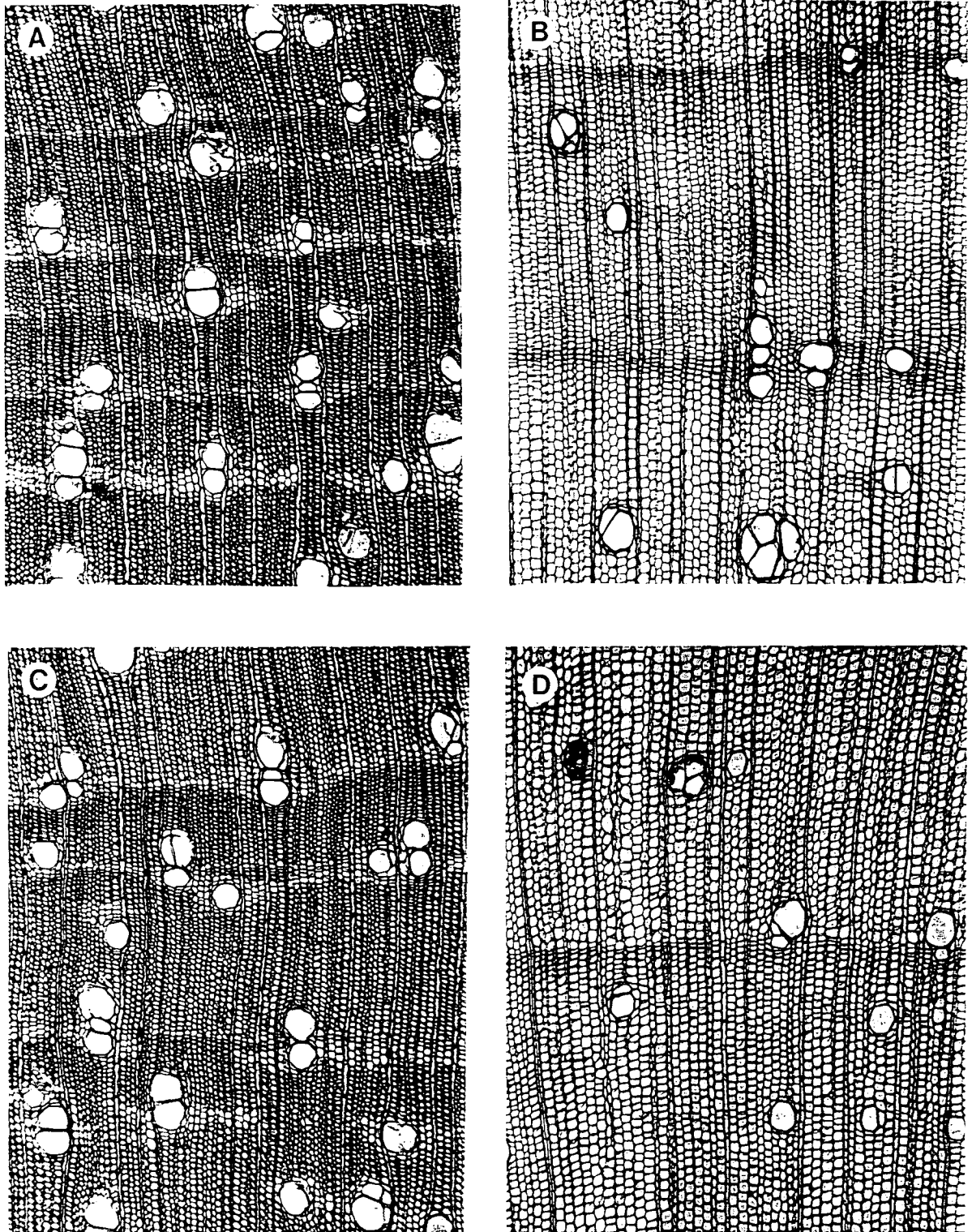


FIGURA 7 - Fotomicrografias de secções transversais da madeira de *T. cassinoides*, 125x  
Passa-Sete: A-caule; B-raiz. Alexandra-Matinhos: C-caule; D-raiz

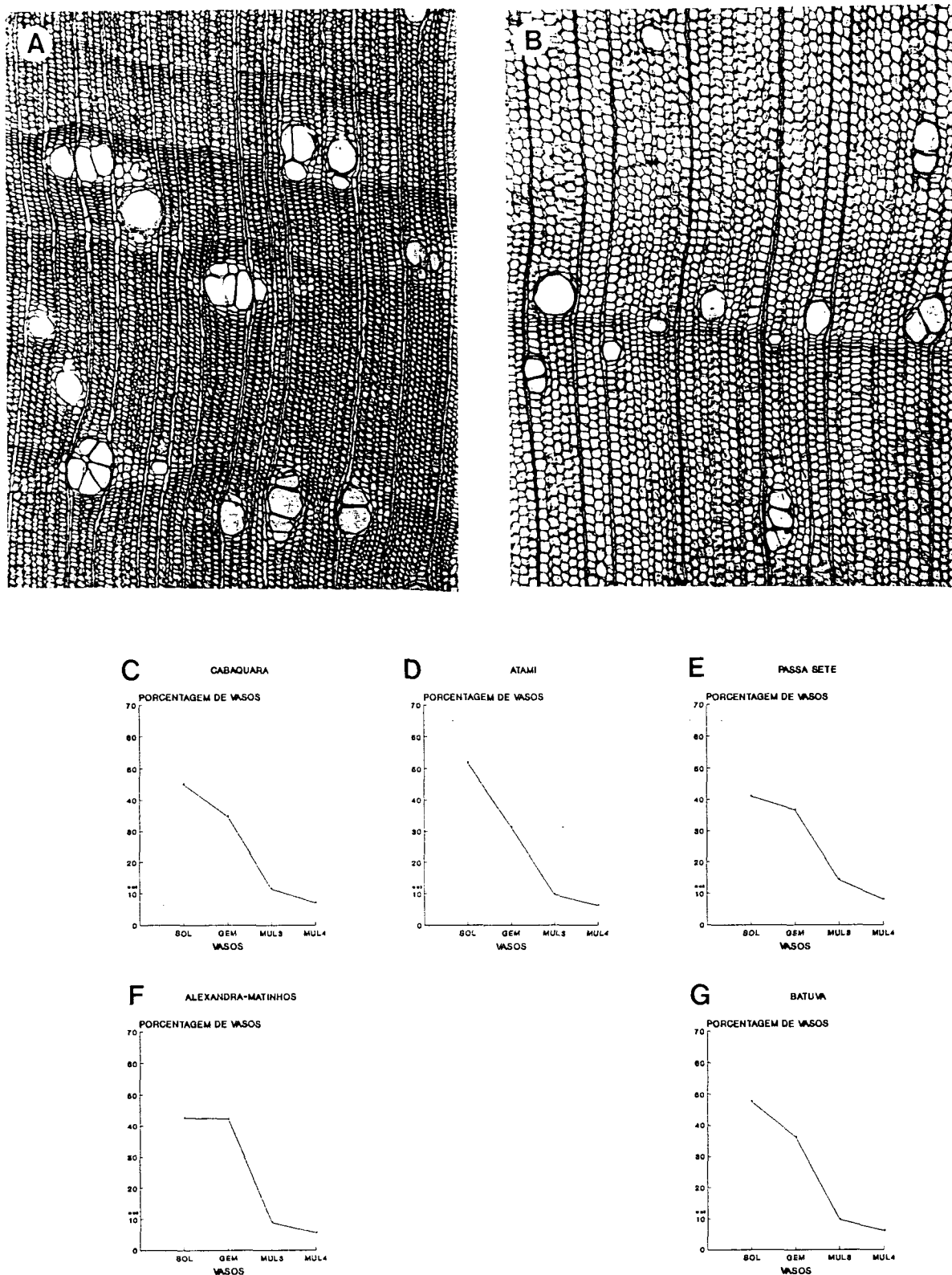


FIGURA 8 - Fotomicrografias de secções transversais da madeira de *T. cassinoides*, 125x. Batuva: A-caule; B-raiz. C a G: Porcentagem dos tipos de vasos nos diferentes sítios

**Fibras:** No caule, as fibras apresentam um comprimento variável, de extremamente curtas a curtas (419-~~842~~-1386 µm).

Quanto à largura geralmente são estreitas a médias e de paredes finas; são libriformes com pontuações inconspicuamente areoladas, não septadas. As fibras mais longas estão presentes nas amostras de Cabaquara, diferindo estatisticamente de Passa-Sete e Batuva, com as fibras mais curtas (TABELA 3; FIGURA 9: **E-F**).

Na raiz, a região entre os raios é ocupada por células que apresentam paredes muito finas, de natureza celulósica, podendo ser levemente lignificada, sendo morfológicamente muito similares ao parênquima, porém apresentam um gradiente morfológico até chegar às fibras verdadeiras. Além disso, ao microscópio ótico, não observou-se a presença de protoplastos, supondo-se que são células mortas, porém somente através de estudos da ontogênese e observações ao microscópio eletrônico de transmissão, destes elementos, poderiam elucidar esta questão. Aqui, foram interpretadas como formas de transição entre fibras e parênquima. Diferenciam-se do parênquima propriamente dito, por suas extremidades mais alongadas; o parênquima é seriado, constituído de 2 ou mais células com as extremidades mais curtas. São mais curtas que as fibras do caule e de paredes mais delgadas (FIGURA 9: **A-D**).

Em função do ambiente anóxico e a baixa densidade da raiz, era de se esperar a presença de um aerênquima, porém todos os elementos estão justapostos, apresentando diminutos espaços intercelulares. Supondo-se que se essas fibras sejam mortas, estariam armazenando O<sub>2</sub>, suprimindo a função do aerênquima.

O comprimento das fibras variou entre 286-~~628~~-1136µm, sendo Batuva e Cabaquara os sítios onde as raízes apresentaram fibras mais curtas, talvez em função da alta soma de bases ou até do substrato franco-siltoso de ambos. Em Passa-Sete e Alexandra-Matinhos são mais longas, podendo neste caso, possivelmente, estar relacionado à profundidade do solo e em Passa-Sete, com o solo mais argiloso e pobre em nutrientes.

**Parênquima axial:** No caule, a disposição é paratraqueal vasicêntrico, aliforme, aliforme confluyente, zonado ou em faixas terminais marginais, mais ou menos irregulares (FIGURAS 6-8); as células são longo-retangulares, com a maior dimensão no sentido vertical. Para CHALK (1937), o parênquima axial paratraqueal é característica de madeira mais evoluída.

A altura média das séries de parênquima, TABELA 3, foi de 150-~~435~~-740µm, onde Cabaquara e Batuva diferem com a maior e menor altura respectivamente (FIGURA 9: **E-F**) e os demais sítios, com valores intermediários. As séries de parênquima, cujo número médio de células (nc), variam entre 2-~~4~~-8 células por série, onde Passa-Sete apresenta o maior número.

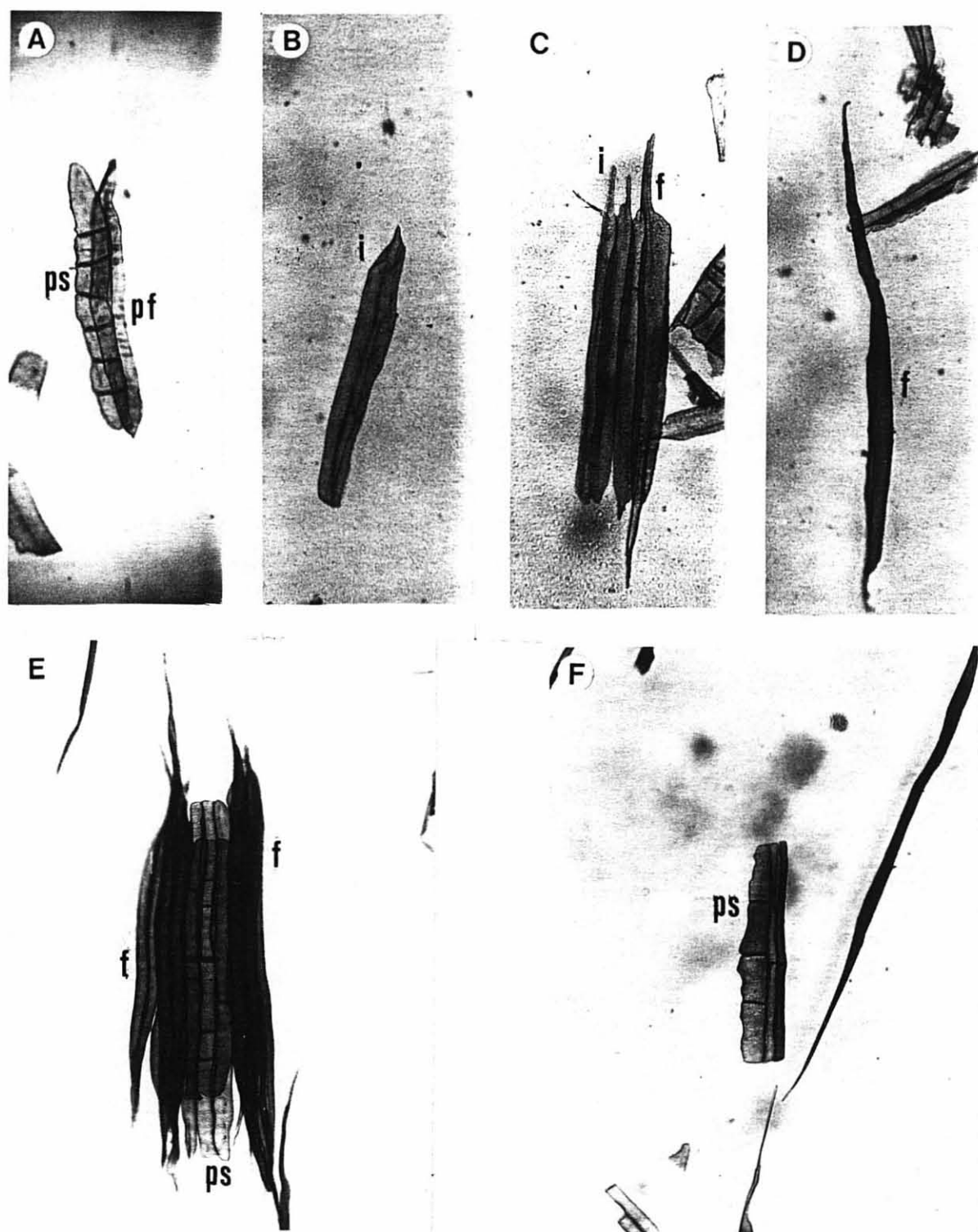


FIGURA 9 - Fotomicrografias de tecido macerado da madeira de *T. cassinoides*, 125x. Raiz (A-D), caule (E-F): parênquima axial seriado (ps); fusiforme (pf); células fibriformes intermediárias (i); fibra libriforme (f); fibras longas e séries longas de parênquima de caule de Cabaquara (E); séries mais curtas de parênquima de caule de Batuva (F).

Na raiz, o parênquima tem disposição predominantemente paratraqueal vasicêntrico, levemente aliforme com uma predominância de faixas estreitas confluentes, interligando os vasos. A altura das séries de parênquima axial foi em média de 180-457-690 $\mu$ m. Batuva apresentou a menor altura, diferindo apenas de Alexandra-Matinhos, com valores superiores. Quanto ao número de células nas séries de parênquima (2-4-8), Cabaquara difere dos demais, por apresentar o maior número com exceção de Alexandra-Matinhos. Tanto no caule, como na raiz, Batuva mostrou os menores valores para altura ( $\mu$ m) das séries de parênquima axial (FIGURA 9).

**Raios:** no caule, são homogêneos, com células procumbentes e muito estreitos (FIGURA 10); na altura (TABELAS 3-5) variam de extremamente baixos a muito baixos de 2-25-61 $\mu$ m, observando-se uma certa tendência à estratificação, mesmo com uma altura variável (FIGURAS 11-13). Quanto a largura em número de células (TABELA 3), apresentam uma predominância de 72% de raios unisseriados (UN), 26% de parcialmente bisseriados (PB), 2% de bisseriados (BI) e ocasionalmente trisseriados (TRI). Observou-se raios trisseriados (TRI), no caule, em Passa-Sete e em Batuva, na raiz em Atami, Cabaquara e Batuva. SANTOS & MILLER (1992), ao se referirem aos raios, apenas citam para o gênero, raios predominantemente unisseriados e poucos bisseriados, não fazendo referências aos trisseriados, possivelmente por sua ocorrência muito ocasional ou talvez, por uma questão de amostragem.

Excetuando Atami e Alexandra-Matinhos que são similares, a porcentagem de raios unisseriados difere entre os sítios. A maior e a menor frequência de raios unisseriados (UN) pertencem respectivamente aos sítios de Cabaquara e Batuva; porém compensam, invertendo esta situação nos parcialmente bisseriados (PB). Nos demais sítios os valores são intermediários, onde Alexandra-Matinhos difere de Passa-Sete e Atami e este é intermediário entre os dois. Quanto aos raios bisseriados (BI), apesar de sua baixa frequência, as diferenças foram altamente significativas, mesmo com um alto coeficiente de variação. Batuva foi o sítio com a maior frequência de raios bisseriados e com a menor, Alexandra-Matinhos e Cabaquara (FIGURA 11-13).

Na raiz, o percentual de UN, PB, BI é de respectivamente 82%, 17%, 1%, sendo que a participação de TRI é insignificante, por sua ocorrência muito esparsa (TABELA 4). Da mesma forma que no caule, a fração de UN é maior em Cabaquara e menor em Batuva (FIGURA 13:C), compensando também com PB e BI, quando invertem as posições.

Quanto ao número de raios/mm linear (TABELA 5), variam de poucos, a numerosos e a muito numerosos; sendo em média no caule, de 4-10-16 raios/mm linear ( $\Sigma$ ). Batuva e Alexandra-Matinhos são similares entre si, apresentando um menor número de raios/mm linear, diferindo dos outros três sítios que apresentaram maior densidade (FIGURA 13:D).



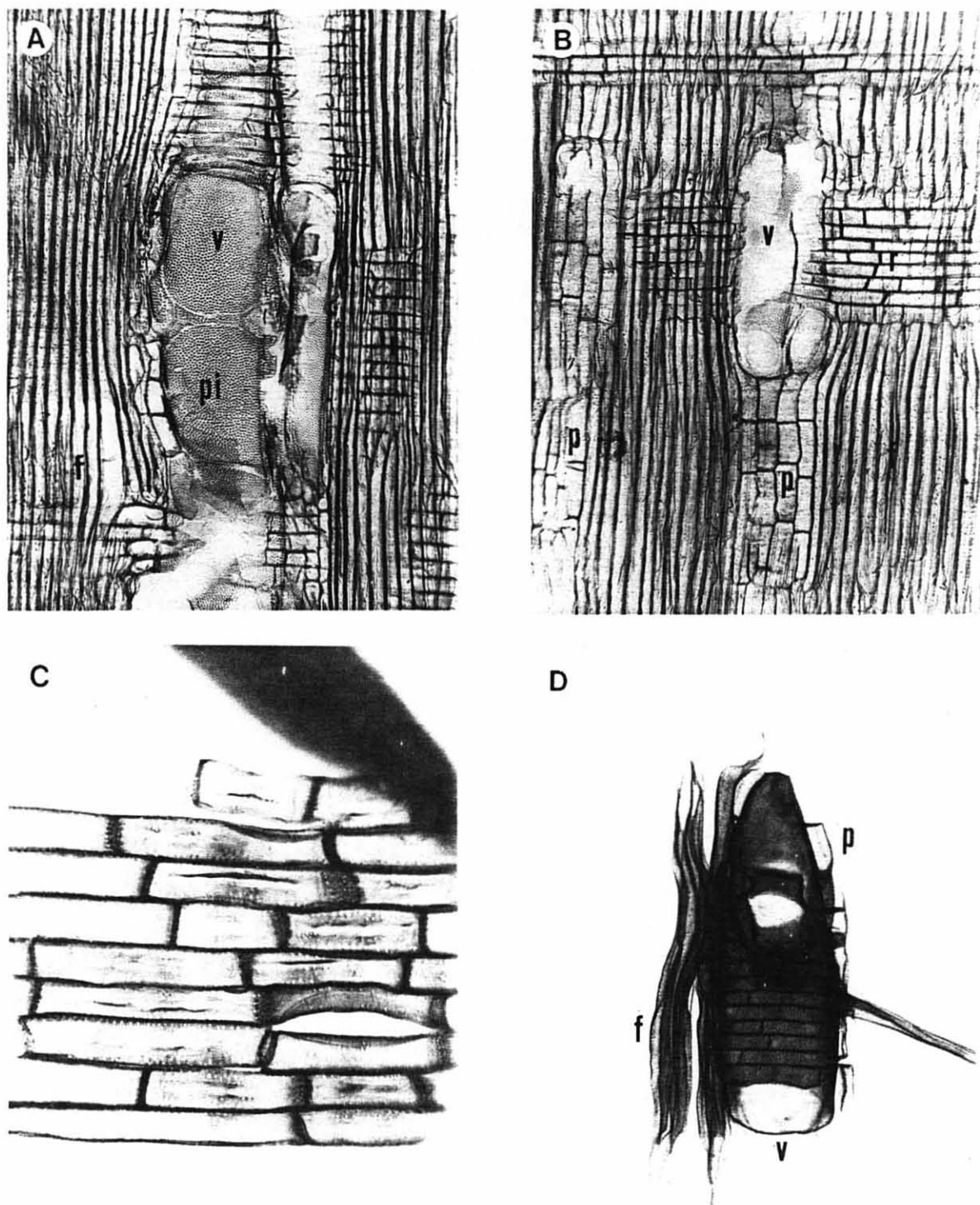


FIGURA 10 - Fotomicrografias de madeira do caule de *T. cassinoides*. A-B = secções radiais com vasos (v), pontuações intervasculares (pi), raios (r), parênquima axial (p) e fibras libriformes (f), 125x; C: tecido macerado, células procumbentes de raio, 400x; D: tecido macerado, fibras libriformes (f), elemento de vaso (v) com placas de perfurações simples, parênquima axial (p), 400x.

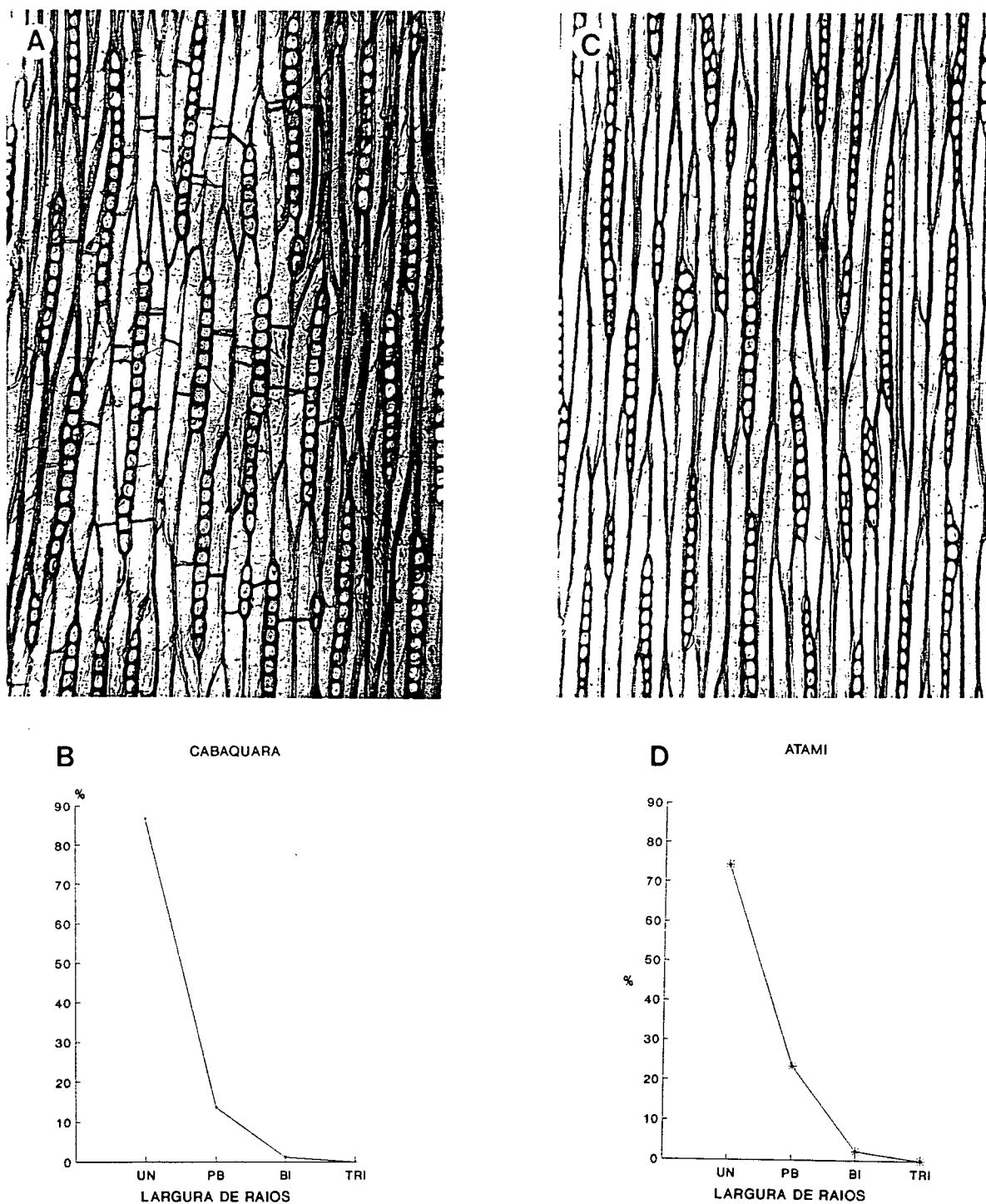


FIGURA 11 - Fotomicrografias de secção tangencial de madeira de caule de *T. cassinoides*. Cabaquara (A) e Atami (C), 125x. Porcentagem de tipos de raios de acordo com a largura em número de células de Cabaquara (B) e Atami (D). Em B e D: raios unisseriados (UN), parcialmente bisseriados (PB); bisseriados (BI); trisseriados (TRI).



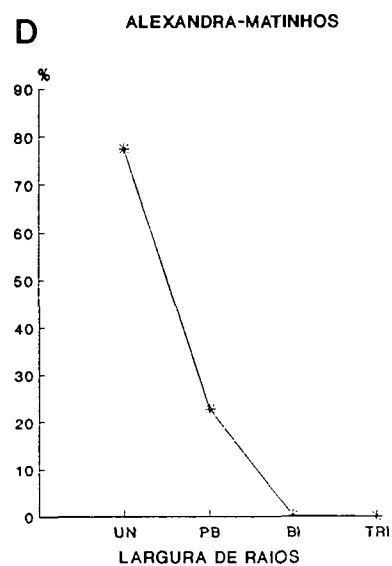
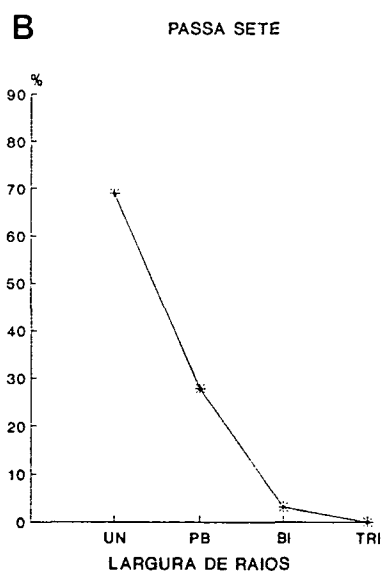
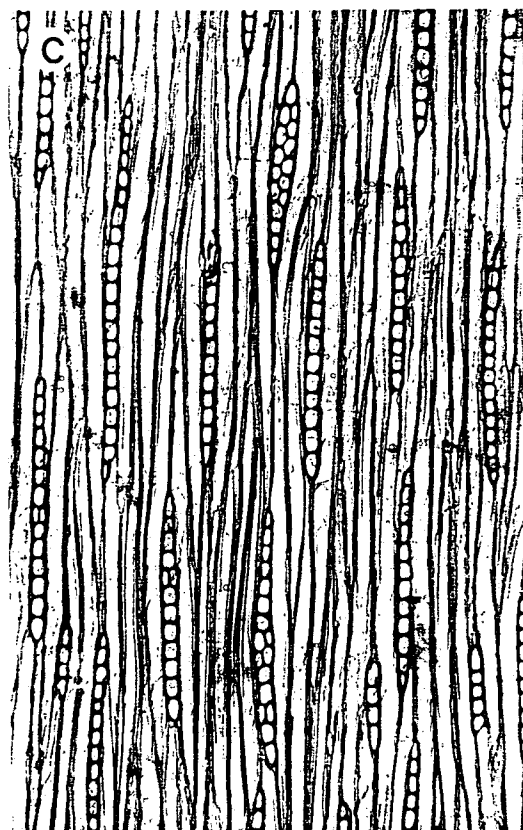
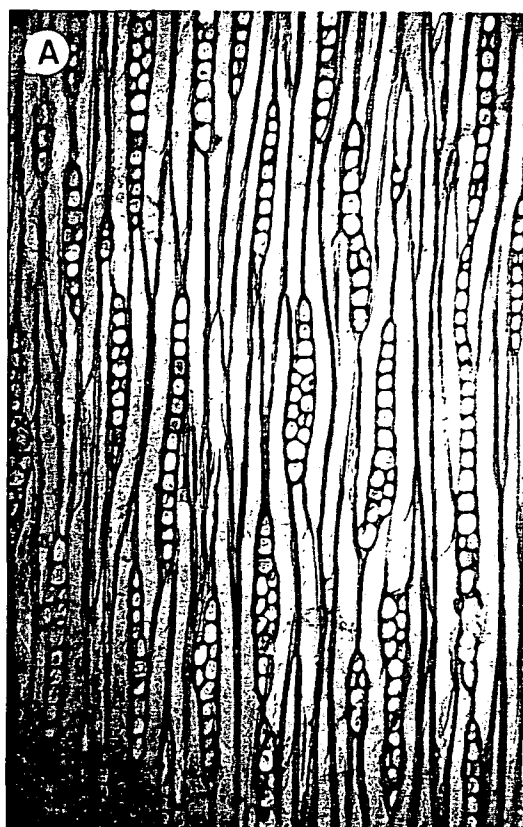


FIGURA 12 - Fotomicrografias de *T. cassinoides*. Secção tangencial da madeira caule de Passa-Sete (A) e Alexandra-Matinhos (C), 125x. Porcentagem de tipos de raios de acordo com a largura em número de células de Passa-Sete (B) e Alexandra-Matinhos (D). Em B e D: raios unisseriados (UN), parcialmente bisseriados (PB); bisseriados (BI); trisseriados (TRI).

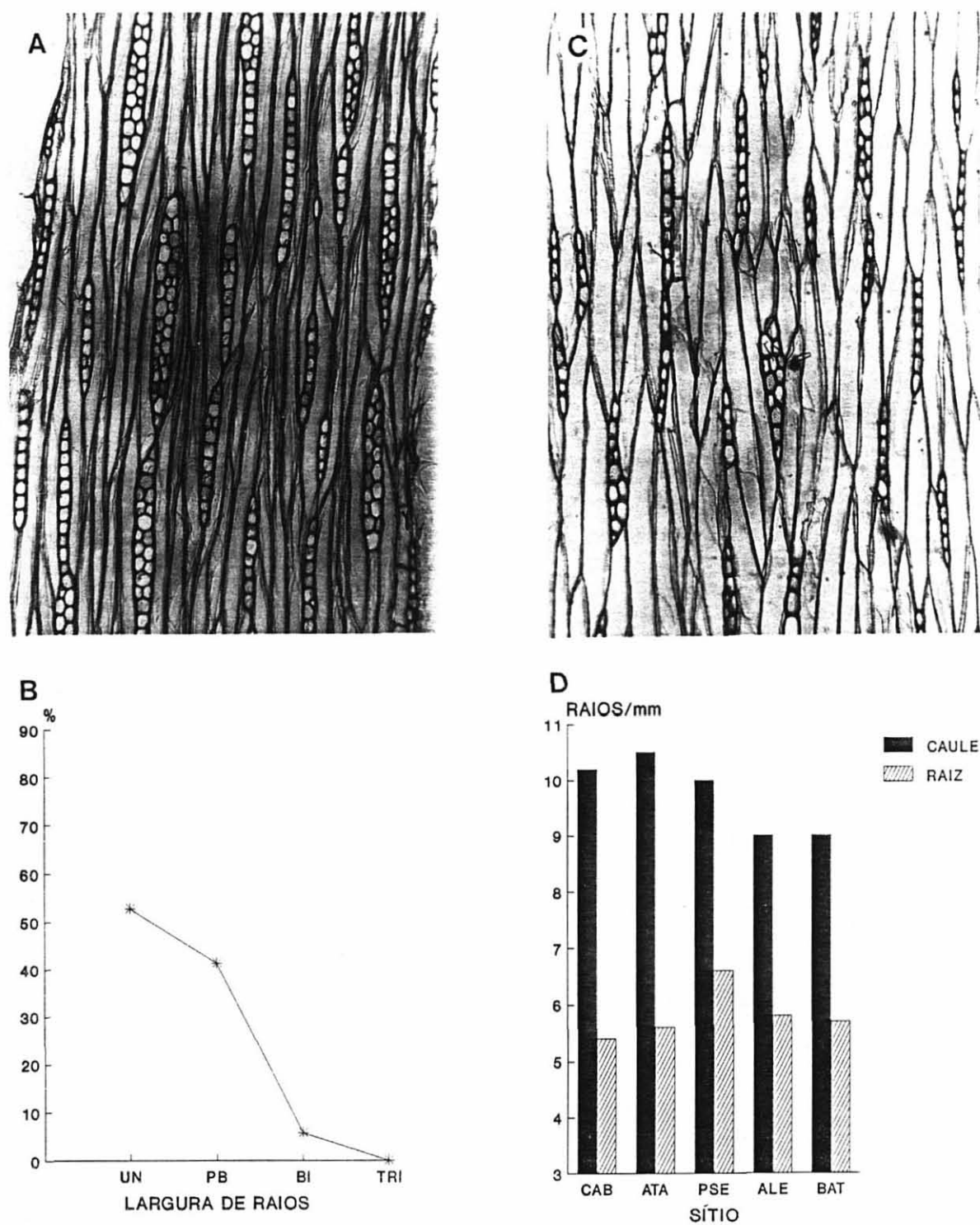


FIGURA 13 - Fotomicrografias de *T. cassinoides*. Secção tangencial de madeira de caule (A) e raiz de Batuva (C), 125x. Porcentagem de tipos de raios de acordo com a largura em número de células de Batuva (B). D: número de raios/mm, para caule e raiz de indivíduos procedentes dos cinco sítios. Em B: raios unisseriados (UN), parcialmente bisseriados (PB); bisseriados (BI); trisseriados (TRI).

TABELA 5 - Número de raios/mm linear de *T. cassinoides* - caule e raiz

SÍTIO	CAULE			RAIZ		
	$\Sigma$	UN	PB+BI	$\Sigma$	UN	PB+BI
1-CAB	10.17 a	7.98 a	11.57 b	5.40 b	7.59 a	0.23d
2-ATA	10.46 a	6.97 c	14.24 a	5.56 ab	5.70 bc	0.91 c
3-PSE	9.96 a	7.86 ab	12.20 b	6.58 a	6.24 b	1.34 ab
4-ALE	8.97 b	7.10 c	10.27 c	5.83 ab	5.53 c	1.21 bc
5-BAT	8.98 b	7.42 bc	9.84 c	5.65 ab	5.48 c	1.62 a
MÉDIA	9.71	7.47	11.63	5.81	6.25	1.24
Mín.	4	4	5	1	1	0
Máx.	16	13	27	22	13	9
CV(%)	17.66	22.57	91.38	52.99	32.29	100.78
F	24.95**	11.49**	43.95**	3.32**	31.41**	60.61**

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si; ao nível de 5%(\*), 1%(\*\*) de probabilidade. UN=raios unisseriados; PB=parcialmente bisseriados; PB=bisseriados;  $\Sigma$ =somatória de UN,PB,BI.

Comparando estas variáveis separadamente, a média de raios unisseriados é de 7/mm linear, sendo Cabaquara e Passa-Sete os sítios com maior número, diferindo de Atami, Alexandra-Matinhos e Batuva. A média para os PB+BI é de 12/mm linear, onde Atami difere dos demais pelo maior número/mm e Batuva e Alexandra-Matinhos, pelo menor, invertendo as posições em relação aos UN; Cabaquara e Passa-Sete apresentam valores intermediários (FIGURA 9).

Na raiz, a somatória média de UN+PB+BI é de 1-6-22 raios/mm linear, onde Cabaquara e Passa-Sete diferem entre si pela menor e maior densidade, os demais sítios têm valores intermediários. Separadamente, a média de UN é de 6/mm linear, onde Cabaquara difere dos demais pelo maior número de raios/mm. Porém com os PB+BI, novamente Cabaquara compensa pela inversão, apresentando-se com o menor número. Batuva e Passa-Sete são similares, com valores maiores (TABELA 5, FIGURA 13:D).

CARLQUIST (1988) considera que os raios não são importantes em trabalhos comparativos, por estarem significando apenas comparações de idades do xilema. O comportamento verificado quanto a altura dos raios da espécie, mostrou homogeneidade em relação aos sítios, o que talvez ratifique a idade da amostragem utilizada. Mas vistos detalhadamente, a largura em número de células varia principalmente no caule, apresentando variações altamente significativas entre os raios UN, PB e BI (TABELA 5), onde se percebe uma certa coerência de comportamento em relação aos sítios, tendendo a uma compensação entre eles. Possivelmente as variações constatadas no caule podem ser atribuídas a outros fatores que não a idade. Assim, os raios podem ser considerados desde que se padronize a idade e local de retirada das amostras, evitando interpretações errôneas, em função da amostragem.

**Vasos:** caule: madeira com porosidade difusa, uniforme; a maioria dos vasos são solitários, ocorrendo também geminados e os dispostos em agrupamentos radiais, tangenciais, diagonais e racemiformes (FIGURAS 6-8). Quanto à forma em secções transversais, quando solitários são arredondados a ovalados e quando múltiplos

mais ou menos achatados a irregulares; geralmente sem conteúdo, com placas de perfuração normalmente simples, (FIGURAS 10:D; 14:A-B), concordando com as descrições de SUDESUL (1979), MAINIERI (1958). Ocasionalmente foram observadas placas de perfuração reticulada (Atami e Batuva - FIGURA 14:C) e também tilos (Atami, Batuva e Alexandra-Matinhos. Na família Bignoniaceae, a ocorrência de placas de perfuração simples é a característica mais geral, no entanto também, a ocorrência de placas de perfuração reticulada de forma eventual, também é uma das características da família, *T. cassinoides* não foge à regra. Tanto METCALFE & CHALK (1972) para Bignoniaceae, como SANTOS & MILLER (1992) para *Tabebuia*, consideram para a maioria, placas de perfuração simples. Quanto aos tilos observados, pode-se supor que em Atami podem estar relacionados às condições edáficas, por seu substrato arenoso e mais raso, consequentemente com uma drenagem relativamente mais rápida que os demais sítios, determinando uma certa irregularidade no suprimento hídrico, refletindo-se num ambiente úmido, quando os demais sítios permanecem encharcados, mesmo nos períodos de menor precipitação. Atami é o sítio com maior densidade de vasos/mm<sup>2</sup>.

As pontuações intervaseculares são minúsculas, com disposição alterna e em geral de forma circular, com abertura lenticular levemente oblíqua (FIGURA 10:A).

Quanto ao comprimento dos elementos de vaso variam de curtos a longos (160-**381**-640µm), apêndices curtos podem ocorrer em pelo menos uma das extremidades ou em ambas. Em Batuva e Alexandra-Matinhos os elementos de vasos são mais curtos que nos demais sítios (FIGURA 14:F).

Quanto ao diâmetro tangencial, os vasos são imperceptíveis a olho nú, porém visíveis com lupa 10x, variando de 47-**103**-190µm. Alexandra-Matinhos, apresenta os maiores valores; Passa-Sete e Cabaquara, os menores.

Na raiz, o comprimento dos elementos de vasos é de 180-**406**-650µm. Batuva e Alexandra-Matinhos diferem entre si pelos vasos mais curtos e mais longos respectivamente, sendo intermediários nos demais sítios. Quanto ao diâmetro, Atami e Alexandra-Matinhos diferem dos outros sítios pelos maiores diâmetros de vaso e Passa-Sete é similar à Batuva, diferindo de Cabaquara.

O comportamento dos elementos vasculares pode ser observado quanto à densidade na TABELA 6 e à porcentagem na TABELA 7, onde encontram-se registrados os valores dos vasos solitários (1), geminados (2), agrupamentos de três (3), quatro (4) ou mais de cinco (≥5) no caule e raiz, além da somatória destas variáveis.

No caule, os vasos solitários participam com 46%, os geminados com 36% (dispostos em agrupamentos radiais, tangenciais, diagonais) e racemiformes que se observam ocasionalmente em grupos de 3 (11%) e de 4 (7%). Tanto no caule, como na raiz, nos múltiplos de 4 ou mais, não houve diferenças estatísticas significativas entre os sítios.

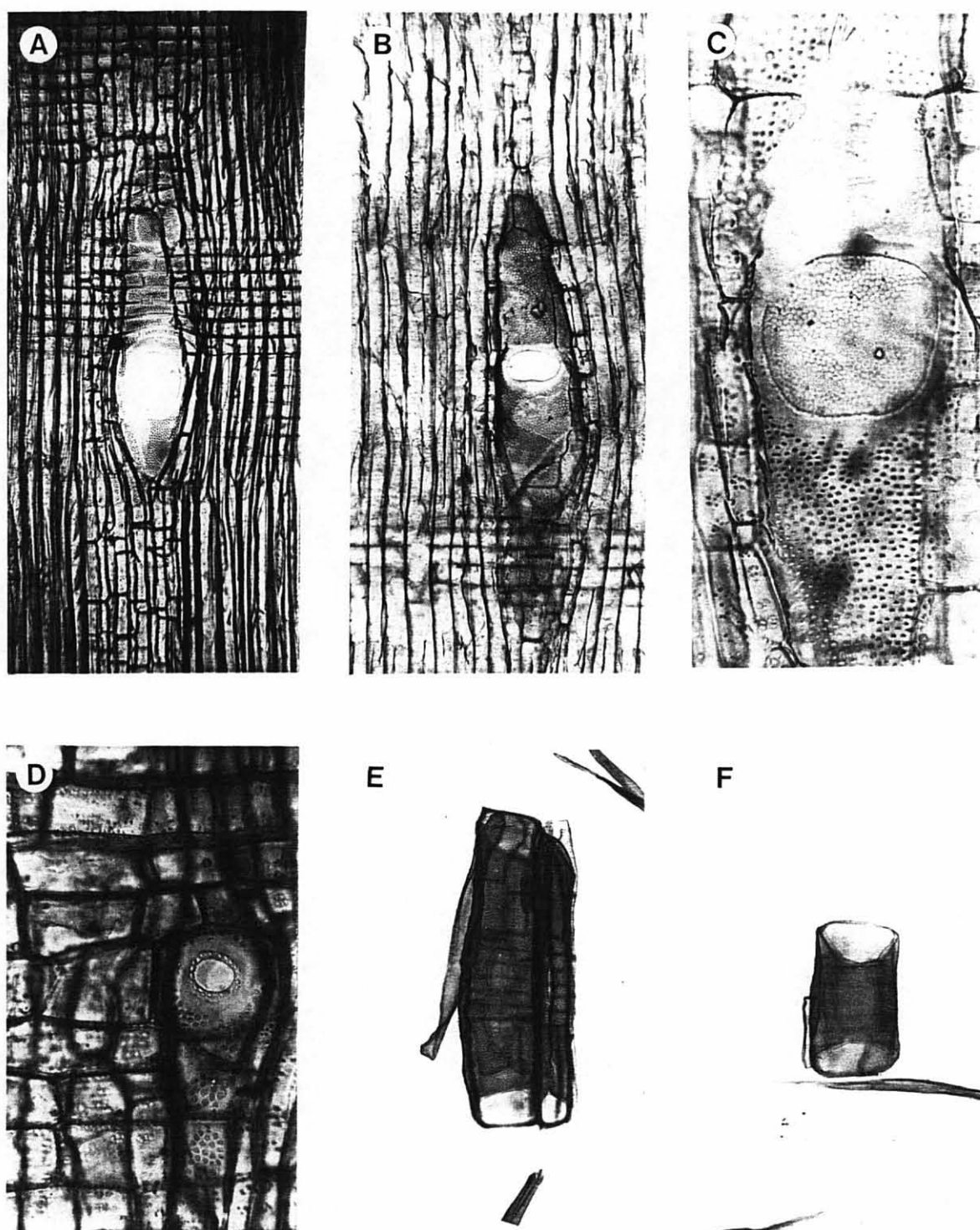


FIGURA 14 - Fotomicrografias de madeira de *T. cassinoides*. A-B: secções radiais de raiz, com vasos com placas de perfuração simples, 125x; C: vaso com placa de perfuração reticulada, 400x; D: célula perfurada de raio com placa de perfuração simples, 400x; E: elementos de vaso de caule, 400x, longos e estreitos de Cabaquara, F: curto e largo de Batura.

TABELA 6 - Número de vasos/mm<sup>2</sup>, solitários e em grupos, em madeira de caule e raiz de *T. cassinoides*

SÍTIO	Σ(1-5)C	1C	2C	3C	4C	≥5C	Σ(1-5)R	1R	2R	3R	4R	≥5R
1-CAB	11,26b	2,49b	2,11b	0,64ab	0,28a	0,091ab	4,36b	2,69ab	0,92a	0,16a	0,06a	0,006a
2-ATA	13,88a	3,38a	2,32ab	0,730a	0,28a	0,141a	4,95ab	2,41ab	1,06a	0,11a	0,02a	0,025a
3-PSE	12,05b	2,50b	2,75a	0,46ab	0,29a	0,082ab	5,41ab	2,87a	1,12a	0,25a	0,09a	0,037a
4-ALE	10,14c	2,53b	2,32ab	0,45b	0,15a	0,018b	6,0a	2,54ab	0,95a	0,12a	0,06a	0,544a
5-BAT	9,63c	2,49b	1,91b	0,51ab	0,16a	0,0376b	5,08ab	2,21b	0,91a	0,20a	0,06a	0,012a
MÉDIA	11,61	2,9	0,43	0,69	0,31	0,098	5,62	2,77	1,18	0,23	0,083	0,037
Min.	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máx.	27	10	7	6	4	2	23	13	7	3	2	2
CV(%)	30,97	58,76	52,49	128,96	198,32	319,7	59,93	62,63	96,68	229,06	366,37	536,19
F	41,72**	6,5**	7,290**	3,28*	2,98ns	5,02**	5,.**	2,9ns	1,0ns	1,38ns	1,38ns	2,19n.s.

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si; ao nível de 5%(\*), 1%(\*\*) de probabilidade e n.s., não significativo pelo Teste Tukey. 1=vasos solitários; 2=geminados; 3=múltiplo com 3; 4=mult.com 4; ≥5=múlt. 5 ou mais; C=caule; R=raiz.

Quanto aos vasos/mm<sup>2</sup> (TABELA 6), em geral são pouco numerosos, podendo chegar a numerosos, porém na média variam de 5-12-27/ mm<sup>2</sup>, no caule. No conjunto dos tecidos (TABELA 1), a média de participação dos vasos é de 7% no caule e 4% na raiz, sendo Baturva o sítio com o maior percentual e Cabaquara o de menor número/mm<sup>2</sup>. O maior percentual de vasos germinados pertence ao sítio de Alexandra-Matinhos e em número/mm<sup>2</sup>, Atami. Os grupos múltiplos (três), o sítio de maior percentagem é o Passa-Sete e Atami, o de menor; em número/mm<sup>2</sup>, Atami é o que possui mais e Baturva, menos (TABELAS 6 e 7). Tilos e placas de perfuração reticulada são observados eventualmente.

TABELA 7 - Porcentagem de vasos solitários e em grupos, em madeira de caule e raiz de *T. cassinoides*.

SÍTIO	1C	2C	3C	≥4C	1R	2R	3R	4R
1-CAB	45.07bc	34.65bc	11.51ab	7.04a	67.94a	24.76b	4.85a	1.86a
2-ATA	51.84a	31.15c	9.71b	6.29a	65.34ab	27.83ab	4.16a	1.80a
3-PSE	41.07c	36.66b	14.26a	8.06a	61.76b	30.25a	5.25a	1.97a
4-ALE	42.64bc	42.26a	8.90b	5.52a	63.77ab	28.87ab	4.70a	1.62a
5-BAT	47.69ab	36.18b	9.75b	6.10a	68.47a	25.22b	3.73a	2.14a
MÉDIA	45.87	36.37	11.14	6.94	65.60	27.65	4.77	2.11
Mín.	28	21	3	1	48	13	0	0
Máx.	67	59	25	22	83	40	9	6
CV(%)	15.80	17.82	38.70	48.67	10.07	20.72	45.20	70.65
F	11.26**	11.17**	6.59**	1.67n.s	5.28**	4.63**	1.53n.s.	0.29n.s.

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si; ao nível de 5%(\*), 1%(\*\*) de probabilidade e n.s., não significativo pelo Teste Tukey. 1=vasos solitários; 2=geminados; 3=múltiplos com três; 4=múltiplos com 4 ou mais; C=caule; R=raiz.

Na raiz, a distribuição dos vasos, também é difusa, uniforme, geralmente de forma ovalada, são pouco numerosos (0-5,6-23) e com uma predominância de vasos solitários (65%), um menor percentual de geminados (28%), triplos (5%) e 2% de quatro

ou mais. Dos solitários, o maior porcentual coube aos sítios de Batuva e Cabaquara e o menor à Passa-Sete, porém compensam esta situação nos geminados (TABELA 7). Em número/mm<sup>2</sup> (TABELA 6), Alexandra-Matinhos tem a maior densidade e Cabaquara, a menor. Apenas a distribuição dos vasos solitários diferem entre os sítios, onde Passa-Sete apresenta o maior número, diferindo de Batuva, com o menor. Os agrupamentos múltiplos comportam-se de maneira similar em todos os sítios.

Observa-se também uma leve tendência na raiz, destes elementos serem mais longos e estreitos que no caule. Quanto ao número/mm<sup>2</sup> apresentam 3 vezes menos vasos que no caule e na porcentagem, apresentam maiores valores de vasos solitários na raiz e menores, nos demais tipos (TABELAS 1, 2, 5, 6, 7 e FIGURAS 6 a 8).

Na raiz, tilos foram observados em Atami, Batuva, Passa-Sete e Alexandra-Matinhos e placas de perfuração reticulada (FIGURA 14:C) foram observadas em Atami e Batuva.

#### **Índice de vulnerabilidade, grau de mesomorfismo e índice de condutividade:**

Na TABELA 8, constam os resultados desses índices para caule e raiz, mostrando possíveis tendências quanto à eficiência, resistência e condutividade dos elementos de vaso em relação ao déficit hídrico.

TABELA 8 - Índice de Vulnerabilidade, Grau de Mesomorfismo e Índice de Condutividade (Equação de Hagen-Poiseuille), dos 5 sítios.

SÍTIO	VULNER.		GR.MESOM.		I.CONDUT.	
	CAULE	RAIZ	CAULE	RAIZ	CAULE	RAIZ
1-CAB	9,842b	22,146ab	0,026b	0,055ab	0,265b	0,226bc
2-ATA	7,695c	24,852a	0,020c	0,063a	0,265b	0,259a
3-PSE	8,265c	16,860b	0,021c	0,044b	0,249b	0,217bc
4-ALE	11,733a	21,960ab	0,034a	0,052ab	0,333a	0,244ab
5-BAT	11,759a	20,842ab	0,035a	0,057ab	0,310a	0,231ab
MÉDIA	9,86	21,33	0,027	0,054	0,28	0,23
CV(%)	44,87	38,19	51,62	81,38	33,60	34,33
F	35,86**	3,94**	39,89**	3,30*	19,54 **	5,41**

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si; ao nível de 5%(\*), 1%(\*\*) de probabilidade.  
I.VULNER.=Índice de vulnerabilidade; GR.MESOM.= Grau de Mesomorfismo; I.CONDUT.= Índice de condutividade.

Tanto no caule como na raiz, estes índices na análise dos sítios, mostraram diferenças significativas, porém, comparando os índices, apresentam resultados similares. As discussões sobre a eficiência dos mesmos (METCALFE & CHALK, 1965; BAAS, 1980; ZIMMERMANN, 1982; CARLQUIST, 1985; CARLQUIST & HOEKMAN, 1985; CARLQUIST, 1988) para se chegar a um denominador comum, possivelmente, deve-se à questão de padronização da amostragem, compatibilizando as informações para comparações (FIGURA 15).

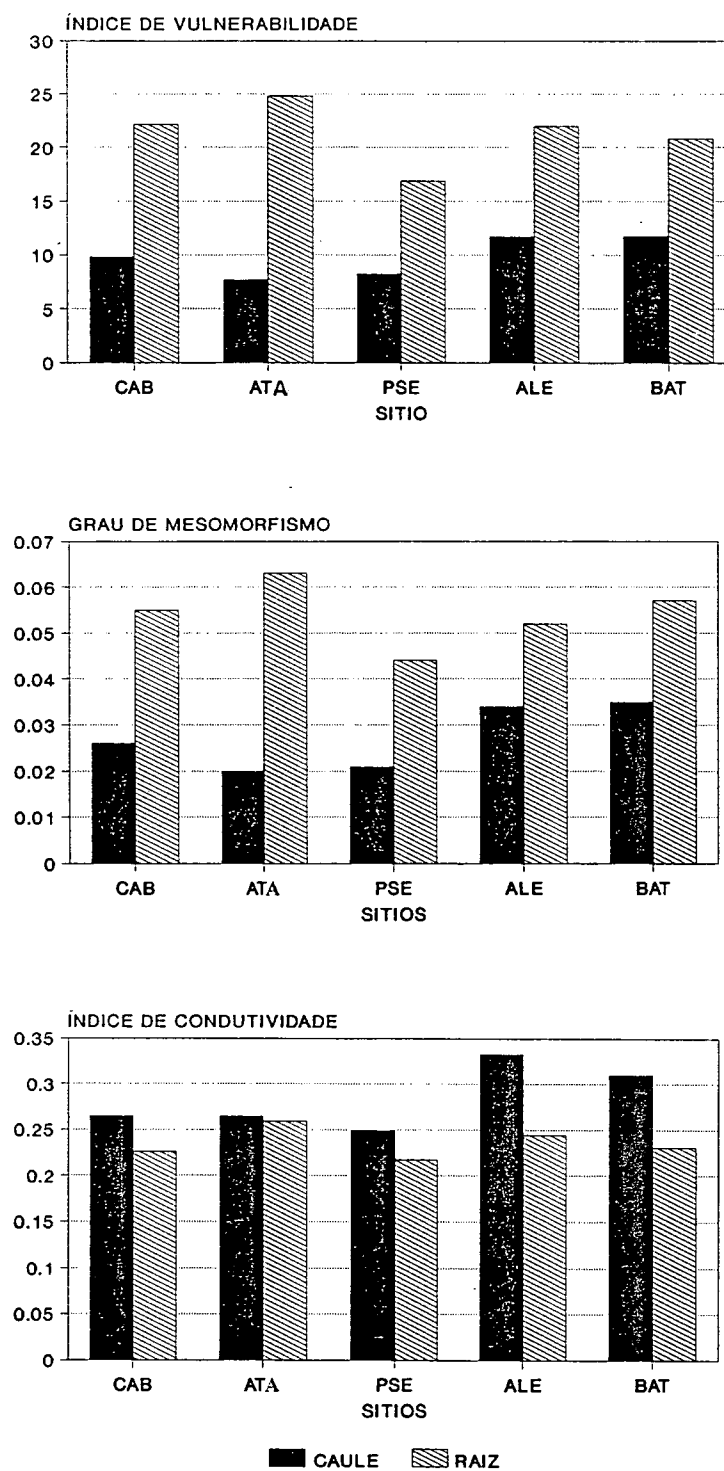


FIGURA 15- Índice de Vulnerabilidade, Grau de Mesomorfismo e Índice de Condutividade (Equação de Hagen-Posseuille) dos 5 sítios.



Observando os resultados da TABELA 8, verifica-se que no caule, o maior grau de mesomorfismo ocorre conjuntamente aos mais altos índices de condutividade e vulnerabilidade, em Batuva e Alexandra-Matinhos. Em Atami, onde o caule mostra menor grau de mesomorfismo, baixa vulnerabilidade e condutividade, a raiz apresenta os mais altos índices, especialmente de vulnerabilidade, talvez em razão do solo menos encharcado, raso e substrato arenoso que favorece uma drenagem mais rápida.

Quanto ao índice de vulnerabilidade, os resultados observados concordam com a afirmativa de CARLQUIST (1977) que em locais úmidos, os índices mais elevados indicam a ocorrência de poros de diâmetro maior, como o observado em Batuva e Alexandra-Matinhos. Em Passa-Sete, um dos locais mais encharcados, com substrato muito argiloso, pobre em nutrientes e com as raízes respiratórias mais altas, os três índices apresentam os valores mais baixos, especialmente o índice de vulnerabilidade da raiz. Este resultado, ainda de acordo com CARLQUIST (1977), deveria indicar a ocorrência de poros com diâmetro menor, o que foi confirmado com os valores anotados para Passa-Sete na TABELA 5, onde os diâmetros de vasos, tanto no caule como na raiz, são os menores observados. CARLQUIST (1988) comenta que os maiores índices de vulnerabilidade em relação ao caule, são de ambientes úmidos e os menores de regiões secas. Porém os dados aqui analisados pertencem à uma espécie de ambiente tropical e paludoso, não havendo dados relativos ao assunto para comparações. Como esses caxetais diferem quanto à localização geográfica, características químicas, físicas e morfológicas em relação ao horizonte mineral e diferentes níveis de decomposição do solo orgânico, os resultados obtidos para caule poderiam sugerir que os ambientes mais úmidos são Alexandra-Matinhos e Batuva, enquanto que para a raiz o ambiente mais seco é o de Atami. Os resultados indicam a necessidade de maior aprofundamento em relação a este assunto, já que o nível de comparação está baseado em pesquisas realizadas em outros ambientes e com outras espécies. Soma-se a isto, o fato de a anatomia ecológica ser um campo de pesquisa muito recente, havendo divergências entre os pesquisadores. Quando CARLQUIST (1988) observa que em anatomia da madeira, ao nível de estudos em ambientes tropicais dentro de um mesmo gênero, não se deve esperar diferenças significativas, os resultados aqui apresentados mostram o contrário, sendo altamente significativas entre os cinco sítios estudados e para a mesma espécie.

Sob o ponto de vista filogenético, a caxeta apresenta características evolutivas bem especializadas quanto aos elementos de vaso, quanto ao comprimento, forma, apêndices, placas de perfuração; fibras libriformes, parênquima paratraqueal, raios homogêneos, conforme BAYLEY & TUPPER (1918), FROST (1930), KRIBS (1935), CHALK (1938, 1944), GILBERT (1940), BAGHOORN (1940), COZZO (1951), BAYLEY (1953, 1957), EAMES (1961), METCALFE & CHALK (1972), DICKISON (1975), BAAS (1982). Além do mais, morfológicamente, tanto no caule como na raiz,

fibras e parênquima apresentam uma forte tendência à estratificação e os raios mesmo com diferentes alturas também tendem a isso.

Os resultados referentes aos aspectos quantitativos do xilema, observados na caxeta estão de acordo com as citações de METCALFE & CHALK(1965), BAAS (1982), BAAS *et al.*(1983) CARLQUIST (1985, 1988), quando mencionam que as características anatômicas variam de acordo com o ambiente. E também com TABATA (1964), CARLQUIST (1966), SASTRAPADJA & LAMOUREUX (1969), CARLQUIST (1970), GOMES & MUÑIZ (1986), MARCHIORI (1990), em relação ao comprimento de elementos de vasos, curtos ou porosidade difusa, em ambientes mais úmidos.

### 4.3 FOLHA

São inúmeras as adaptações das folhas para superar os efeitos provocados por fatores ambientais, tanto morfológica quanto anatomicamente, integradas aos outros órgãos vegetais que participam destes processos. As características quantitativas observadas nas folhas de *T. cassinoides* são apresentadas na TABELA 9.

**Lâmina foliar:** Através da análise em secções transversais, a lâmina foliar de *T. cassinoides* revela uma organização dorsiventral, constituída pelas epidermes adaxial e abaxial, o clorênquima representado pelo paliçádico, células coletoras e lacunoso, e ainda, o sistema vascular (FIGURA 19).

Pela TABELA 10 e FIGURAS 16-17, observa-se que, área foliar (AF), espessura (EP), comprimento (CP) e largura (LG) das folhas de sol e de sombra da caxeta apresentam diferenças altamente significativas entre os sítios, excetuando o comprimento das folhas de sombra que foi significativo apenas ao nível de 5%. As folhas de sol apresentam em média uma área foliar de 58 cm<sup>2</sup>, espessura de 87µm, comprimento de 15 cm e uma largura de 6 cm, enquanto que as de sombra têm valores médios de 123 cm<sup>2</sup> para a área foliar, 87µm de espessura, 24 cm para o comprimento e 8 cm para largura. Constatou-se que as folhas de sombra apresentam dimensões maiores que as de sol, ultrapassando o dobro na área foliar.

Os sítios com maior área, largura e espessura de folhas de sol, foram Atami e Batuva; nas de sombra, Cabaquara apresentou os maiores valores e Batuva, os menores. Provavelmente a menor espessura do solo de Atami pode estar refletindo em um menor período de inundação, associado a componentes como luminosidade, proximidade com o oceano, (efeito aerosol - MUNIZ, 1990; CURCIO, 1992), o contato com a restinga xerófita, o fato de não estar sob influência de bacia hidrográfica e nem estar protegido por acidentes geográficos, podem compensar de certa forma, na espessura das folhas. Seria necessário no caso, estudos que abordassem luz, vento, salinidade e análises fitoquímicas para elucidação dessa característica. No entanto, o comportamento similar de Batuva que é o sítio de maior altitude, mais interiorizado, o mais circundado por

serras e com a rede hidrográfica maior, talvez possa ser explicado pela alta quantidade de bases presentes no solo, como Ca, Mg, K, Na e baixa acidez (ANEXO 1), permitindo a incorporação desses elementos, principalmente nas folhas (LARCHER, 1977), embora seja necessária uma análise química das folhas para comprovar a presença e quantidade desses elementos (FIGURA 17).

TABELA 9 - Resumo das variáveis observadas em folhas de sol e de sombra - valores médios/sítio

SÍTIO	CABAQ		ATAMI		P-SETE		ALEX-MAT.		BATUVA		M.GERAL					
VARIÁVEIS	SOL RN		SOL RN		SOL RN		SOL RN		SOLRN		SOL			RN		
											Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.
ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )	56.8	151.8	72.9	125.0	52.5	119.0	46.7	119.6	61.2	101.8	15.4	58.0	151.1	23.4	123.4	280.8
CP.FOLHA (cm)	15.7	25.9	17.8	25.9	15.2	23.6	14.0	23.0	15.8	23.6	8.5	15.7	25.6	9.7	24.3	36.6
LG.FOLHA (cm)	5.7	9.6	6.6	7.6	5.4	7.9	5.4	7.8	6.2	6.7	2.7	5.9	9.0	3.1	7.8	13.0
ESP.LIMBO (µm)	86.5	89.5	91.4	78.2	86.3	79.2	86.5	80.9	89.8	68.9	55.0	87.5	120.0	52.5	79.3	125.0
CP. ESTÔMATOS (µm)	26.9	27.0	27.4	27.7	28.6	26.6	26.6	27.1	26.6	24.6	20.0	27.3	37.5	20.0	26.6	32.5
LG. ESTÔMATOS (µm)	17.6	18.4	18.5	18.1	18.5	18.3	18.2	18.2	18.1	16.7	10.0	18.2	27.5	10.0	17.9	22.5
n. EST./mm <sup>2</sup>	15.9	11.4	12.7	10.5	12.7	13.3	14.2	13.7	13.2	11.7	1.0	14.1	25.0	1.0	12.1	37.5
AL. PALIÇAD. (µm)	110.0	89.4	105.6	72.5	115.5	62.5	117.4	79.0	103.8	53.5	62.5	111.0	152.5	25.0	72.4	52.5
nc-PALIÇADICO	2.2	1.8	2.2	1.4	2.2	1.3	2.3	1.5	2.2	1.0	1.0	2.2	4.0	1.0	1.4	3.0
AL. LACUN. (µm)	151.7	161.7	150.5	152.5	152.8	163.6	138.4	154.7	137.3	149.7	90.0	147.1	300.0	107.5	157.1	230.0
ΣTEC.REV.AD(µm)	52.0	51.6	53.1	46.5	49.9	40.1	50.1	43.6	47.5	32.6	10.0	51.0	115.0	17.5	51.6	48.5
ΣTEC.REV.AB(µm)	16.6	14.4	15.2	14.3	16.0	14.4	15.1	14.0	14.4	14.9	10.0	15.4	23.8	10.0	14.4	22.5
CUT.Adax.(µm)	4.0	3.3	3.1	3.9	3.4	3.6	3.1	3.5	3.6	3.8	2.5	3.4	12.5	2.5	3.7	5.0
CUT.Abax.(µm)	3.4	3.2	3.4	3.1	3.2	3.2	3.5	3.3	3.2	3.7	2.5	3.3	5.0	2.5	3.3	5.0
AL.EP.Adax.(µm)	15.9	17.3	17.4	20.2	16.7	20.1	15.9	19.5	15.8	19.8	7.5	16.4	27.5	12.5	19.6	45.0
AL.HIP.Adax.(µm)	32.5	30.6	32.3	27.7	29.6	22.1	30.9	25.2	27.8	21.0	15.0	30.6	90.0	10.0	25.7	75.0
nc.HIP.Adax.(µm)	1.4	1.5	1.4	0.8	1.3	0.6	1.5	0.7	1.4	0.2	1.0	1.4	6.0	0.0	0.7	3.0
AL.EP.Abax.(µm)	13.2	11.1	11.8	10.8	12.8	11.2	11.6	10.7	11.1	11.6	7.5	12.2	20.0	7.5	11.1	17.5
TRICOMAS																
% G Adax.	24.9	29.6	23.8	22.4	24.6	37.2	35.8	37.2	30.0	37.3	13.0	27.8	48.0	11.0	32.7	55.0
% G Abax.	37.9	49.4	34.3	38.6	34.4	35.9	39.7	40.3	42.0	56.8	22.0	37.6	54.0	25.0	44.2	81.0
% P Adax.	39.6	41.6	38.6	41.2	39.4	42.4	37.6	59.4	26.3	49.3	12.0	36.2	66.0	26.0	46.8	81.0
% P Abax.	31.8	31.5	34.4	38.9	33.3	39.8	27.3	49.2	25.6	38.9	6.0	30.5	51.0	15.0	39.7	65.0
% X Adax.	35.8	28.8	37.6	36.6	36.1	18.9	26.6	3.3	41.2	14.1	14.0	35.5	56.0	0.0	20.3	56.0
% X Abax.	30.4	18.1	31.3	22.8	30.8	24.3	33.1	10.0	32.4	2.6	4.0	31.6	52.0	0.0	15.6	44.0
n G/mm <sup>2</sup> -Adax.	0.8	0.5	0.6	1.2	0.7	0.3	0.7	0.1	0.7	0.1	0.0	0.7	4.0	0.0	0.2	2.0
n G/mm <sup>2</sup> -Abax.	1.8	0.8	1.3	0.4	1.5	0.5	1.1	0.1	1.0	0.3	0.0	1.3	6.0	0.0	0.4	3.0
n P/mm <sup>2</sup> -Adax.	1.2	0.3	0.6	0.2	0.8	0.3	0.9	0.4	0.3	0.2	0.0	0.8	4.0	0.0	0.3	2.0
n P/mm <sup>2</sup> -Abax.	0.8	0.5	0.6	0.5	1.0	0.5	0.3	0.2	0.5	0.1	0.0	0.6	5.0	0.0	0.3	3.0
n X/mm <sup>2</sup> -Adax.	1.4	0.9	1.2	0.6	1.3	0.2	0.8	0.1	1.5	0.1	0.0	1.2	5.0	0.0	0.3	4.0
n X/mm <sup>2</sup> -Abax.	1.0	0.3	1.1	0.4	1.5	0.5	1.0	0.2	0.6	0.1	0.0	1.0	6.0	0.0	0.3	3.0
Ø GP-Adax.(µm)	66.5	68.8	68.5	70.9	70.0	65.9	70.6	63.7	68.4	66.6	35.0	69.4	115.0	35.0	67.9	112.5
Ø GP-Abax.(µm)	71.0	72.3	72.3	72.0	72.8	66.1	79.3	30.4	79.1	70.1	32.5	75.9	140.0	2.5	64.9	140.0
Ø X-Adax.(µm)	38.8	39.8	40.0	42.2	40.4	43.1	39.6	44.1	40.1	41.0	25.0	67.9	112.5	30.0	44.1	120.0
Ø X-Abax.(µm)	39.8	41.3	42.3	41.5	43.25	42.3	40.5	42.0	41.5	42.3	30.0	41.5	82.5	25.0	41.9	82.5

CP=comprimento; LG=largura; ESP.=espessura; n=número; AL=altura; nc=número de camadas do paliçádico; EPID.=epiderme; Σ=somatória; TEC.REV.= tecido de revestimento; CUT = espessura cutícula; HIP = hipoderme; nc.HIP = número de camadas da HIP; P = tricomas pequenos; X=tricomas com cristal; Adax.=Adaxial; Abax.=abaxial; RN=folha de sombra (Regeneração Natural)

TABELA 10 - Folha de sol e de sombra - área foliar, espessura, comprimento e largura.

SÍTIO	SOL				SOMBRA			
	AF(mm <sup>2</sup> )	ESP(μm)	CP(cm)	LG(cm)	AF(mm <sup>2</sup> )	EP(μm)	CP(cm)	LG(cm)
1-CAB	56,79bc	86,49b	15,68b	5,66bc	151,80a	89,54a	25,91a	9,15a
2-ATA	72,91a	91,40a	17,77a	6,60a	124,96b	78,23b	25,42ab	7,55bc
3-PSE	52,55bc	86,33b	15,21bc	5,38c	118,96b	79,16b	23,59ab	7,88b
4-ALE	46,74c	86,46b	13,96c	5,41c	119,65b	80,91b	22,99ab	7,79b
5-BAT	61,23a	89,84a	15,81b	6,22a	101,81c	68,85c	23,58ab	6,74c
MÉDIA	58,04	87,50	15,68	5,85	123,44	79,34	24,30	7,82
Mín.	15,42	55,00	8,50	2,70	23,39	52,50	9,70	3,10
Máx.	151,09	120,00	25,60	9,00	280,81	125,00	36,60	13,00
CV(%)	41,34	9,76	21,12	20,92	33,48	14,85	20,22	21,35
F	11,78**	16,12**	11,46**	11,70**	9,93**	80,76**	4,15*	18,75**

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, ao nível de 5%(\*), 1%(\*\*) de probabilidade. AF=área foliar; CP=comprimento; LG=largura; EP=Espessura da folha.

Nas folhas de sombra, Batuva se apresenta com a menor área, largura e menor espessura, o que possivelmente poderia estar indicando um sub-bosque mais sombreado ou talvez à alta soma de bases (LARCHER, 1977). Em Cabaquara as folhas de sombra apresentam os maiores valores para espessura e área foliar. A área foliar pode estar ligada à uma menor luminosidade e a espessura à salinidade e ao caráter eutrófico (ANEXO 1) que podem estar interferindo nos mecanismos de tensão osmótica, provocando um comportamento diferenciado. Pois normalmente, de acordo com bibliografia, folhas de sombra são mais delgadas e maiores em área. Por outro lado, a caxeta é citada como espécie de ambiente fluvial e a sua ocorrência em ambiente de estuário, com substrato de caráter solódico como neste caso, sugere que a espécie apresenta uma certa tolerância em relação à salinidade já que tal situação não afetou seu desenvolvimento. ZILLER (1992) situou este caxetal, como de uma fase sucessional intermediária e estruturalmente bem desenvolvido. Observe-se no entanto que a salinidade dos caxetais não é comparável com a alta salinidade dos manguezais (90meq, LAMBERTI, 1966), nem ser banhado pela preamar. Deve-se considerar também que, a água da bacia hidrográfica das serras circundantes auxiliam na redução da concentração deste elemento no solo. Pode-se até supor que os caxetais tenham uma relativa tolerância ao sal, porém não em altas concentrações, como no manguezal. E também até se supor que os pneumatóforos das caxetas tenham uma função similar à vegetação dos manguezais, auxiliando na filtragem do Na (METCALFE & CHALK, 1985; WALTER, 1986). No entanto, pesquisas nesse sentido ou de outros fatores que possam estar influenciando nesses resultados, ainda não foram abordados, sendo prematuro conjecturas a respeito.

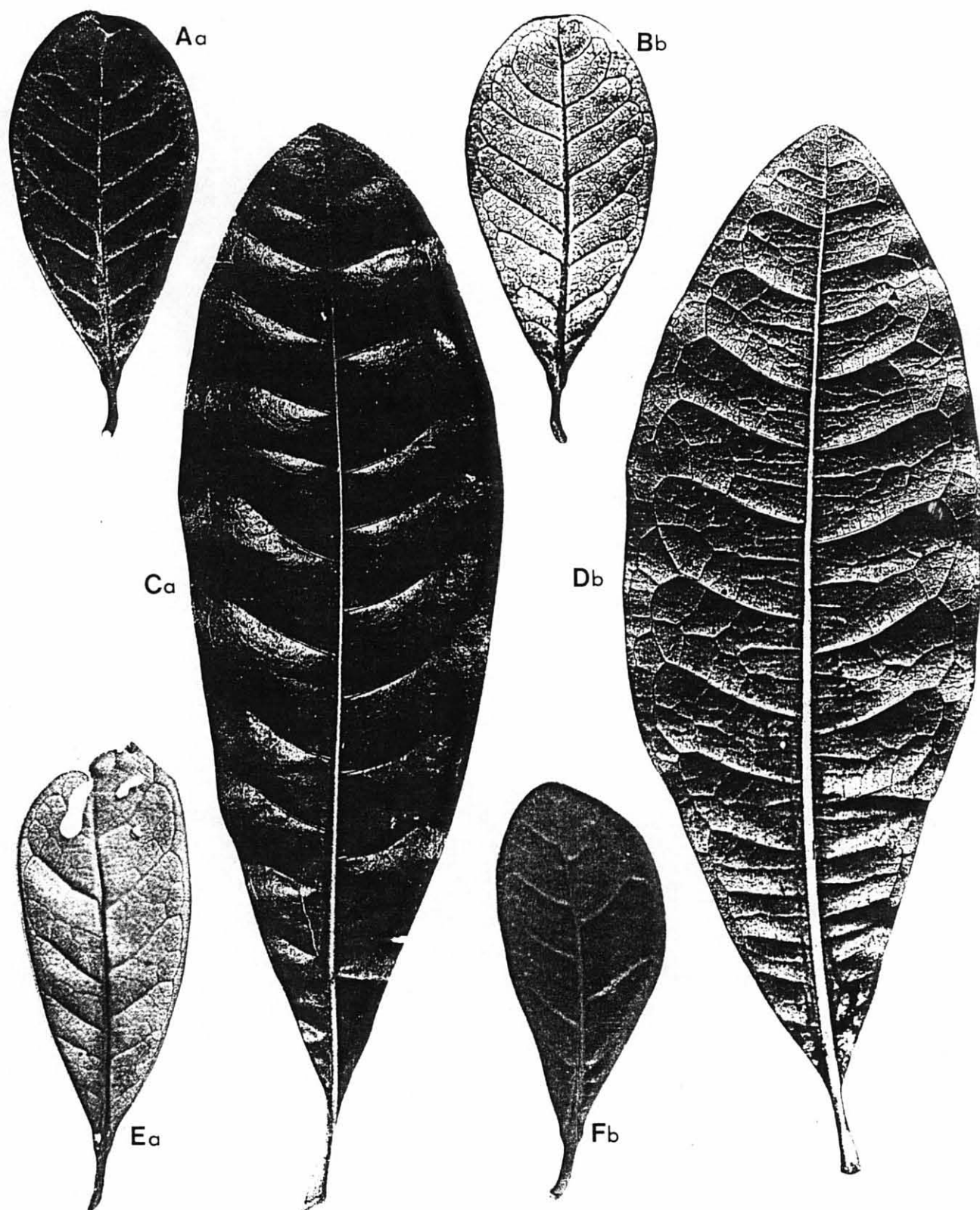


FIGURA 16 - Folhas de *T. cassinoides*. A-B: de sol; C-D: de sombra (0,6x); E-F: de 4<sup>o</sup> nó (1x). a=face adaxial; b=face abaxial.

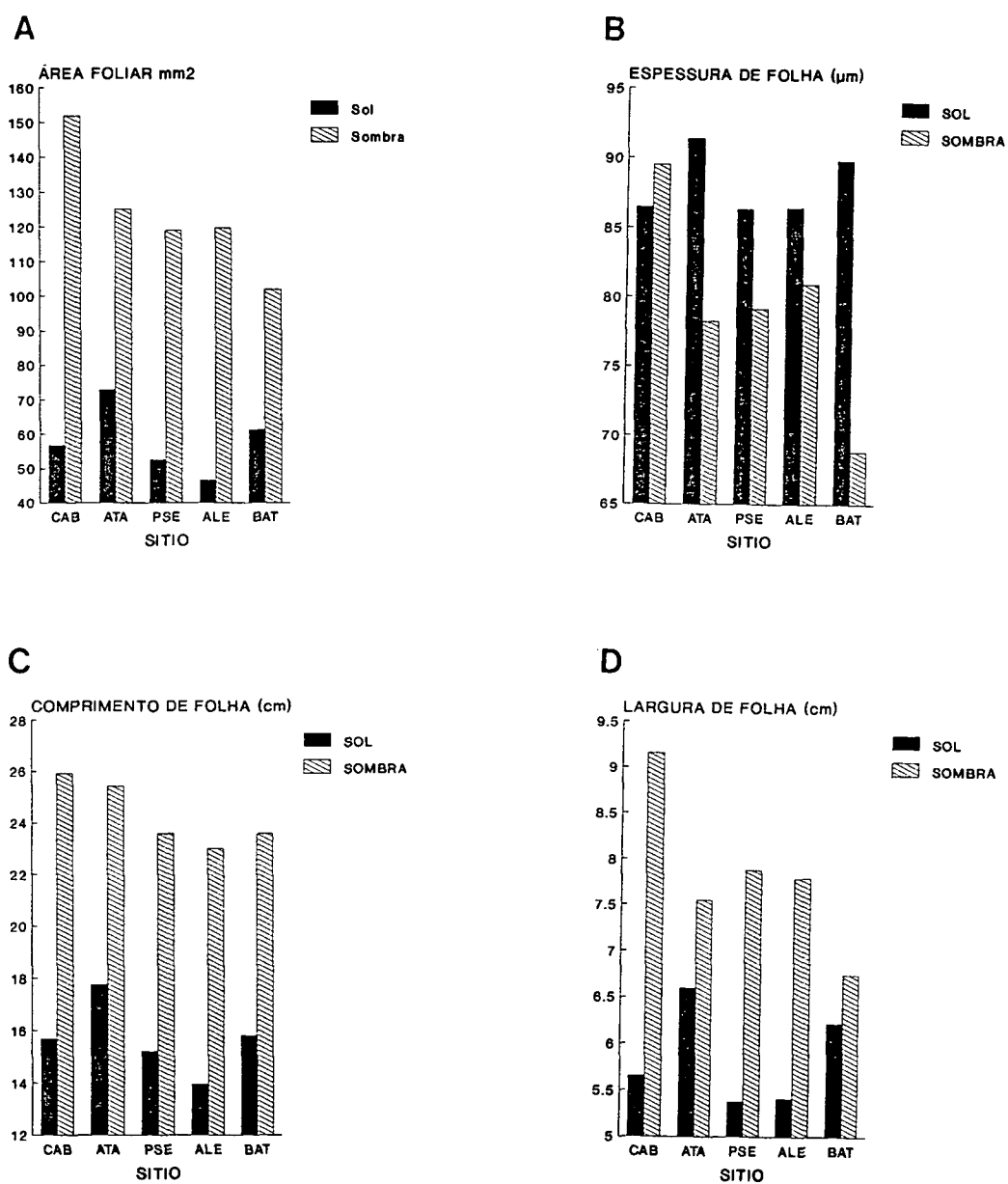


FIGURA 17 - Valores médios de folhas de sol e de sombra para *T. cassinoides* nos 5 sítios. A: área foliar; B: espessura, C: comprimento, D, largura.

**Sistema de revestimento:** Os resultados histométricos das folhas são referentes ao terço central da folha, próximo à nervura central (FIGURA 18:A). Em *T. cassinoides*, as células epidérmicas da face adaxial das folhas de sol são geralmente poliédricas, cujas paredes anticlinais são retas ou às vezes levementes sinuosas. Observa-se uma maior densidade de células, paredes mais espessas nas folhas de sol (FIGURA 20:A). Na face abaxial (FIGURA 21:A) as células são maiores, mais alongadas e sinuosas que as da face adaxial, com paredes celulares mais delgadas e a margem da nervura central apresenta-se acanalada, em secção transversal (FIGURAS 18:A). Na face abaxial, em secção transversal observa-se que algumas células da epiderme se apresentam papilosas, porém, verificando as secções paradermais, percebe-se que esse aspecto papiloso se deve às estrias cuticulares das células anexas dos estômatos, podendo ser consideradas como característica de valor taxonômico (FIGURA 20:D). Observe-se, porém que na região da nervura central, a epiderme apresenta-se papilosa.

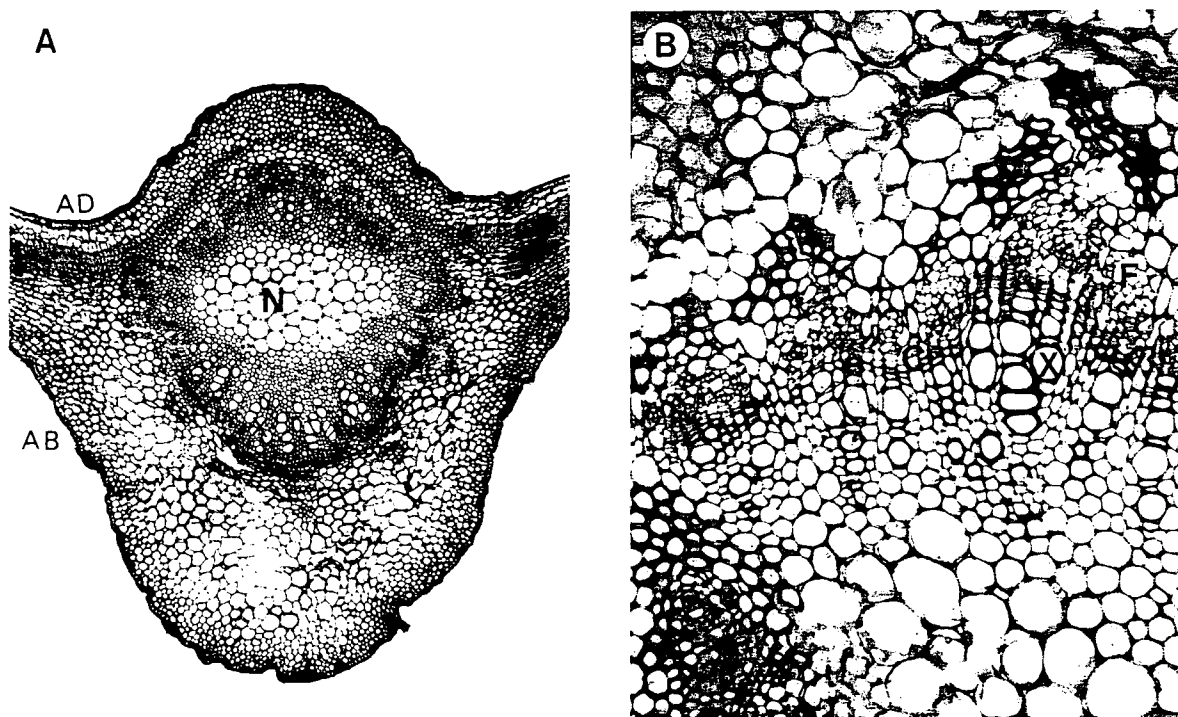


FIGURA 18 - Fotomicrografias de secções transversais de folhas de sol de *T. cassinoides*. A: região da nervura principal, Atami, 50x; B: detalhe da nervura principal, Cabaquara, 400x. X=xilema, F=floema, C=câmbio, N=nervura, AD=epiderme adaxial, AB=epiderme abaxial

Na TABELA 11 consta a análise das camadas mais superficiais das folhas de sol e sombra da face adaxial: espessura da cutícula (CUT), espessura da camada epidérmica (EP) e altura da hipoderme (HIP), o número das camadas da hipoderme (nc) e a soma ( $\Sigma$ ) deste conjunto, menos o número de camadas da hipoderme.

TABELA 11 - Tecido de revestimento de folhas de sol e de sombra/sítio - face adaxial.

SÍTIO	SOL					SOMBRA				
	CUT( $\mu$ m)	EP( $\mu$ m)	HIP( $\mu$ m)	ncHIP	S( $\mu$ m)	CUT( $\mu$ m)	EP( $\mu$ m)	HIP( $\mu$ m)	ncHIP	S( $\mu$ m)
1-CAB	3,96a	15,92b	32,54a	1,36a	51,97ab	3,28c	17,32b	30,61a	1,46a	51,58a
2-ATA	3,06c	17,42a	32,28ab	1,36a	53,13a	3,88a	20,15a	27,70b	0,75b	46,48ab
3-PSE	3,35bc	16,75a	29,56bc	1,31a	49,85bc	3,64ab	20,07a	22,14d	0,58b	40,08c
4-ALE	3,11c	15,87b	30,85ab	1,47a	50,14abc	3,48bc	19,53a	25,23c	0,68b	43,62bc
5-BAT	3,64ab	15,82b	27,78c	1,43a	47,52c	3,82a	19,75a	20,95d	0,22c	32,63d
MÉDIA	3,42	16,36	30,60	1,39	50,95	3,68	19,56	25,7	0,74	42,88
Min.	2,5	7,5	15,0	1,0	10,0	2,5	12,5	10,0	0,0	17,5
Máx.	12,5	27,5	90,0	6,0	115,0	5,0	45,0	75,0	3,0	48,5
CV(%)	35,01	14,86	30,59	38,98	19,84	26,80	21,63	29,56	69,33	50,05
F	14,90**	13,46**	7,90**	1,89n.s	7,28**	8,75**	16,83**	64,16**	56,74**	35,79**

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, ao nível de 5%(\*), 1%(\*\*) de probabilidade; e n.s., não significativo. CUT=espessura de cutícula; EP=espessura da epiderme; HIP=hipoderme; ncHIP=número da camadas hipodérmicas;  $\Sigma$ =soma de CUT+EP+HIP.

Na TABELA 12 consta a espessura da cutícula (CUT) e da camada epidérmica (EP) e a somatória desses valores ( $\Sigma$ ) analisadas para a superfície abaxial.

TABELA 12 - Tecido de revestimento de folhas de sol e de sombra/sítio - face abaxial.

SÍTIO	SOL			SOMBRA		
	CUT ( $\mu$ m)	EP( $\mu$ m)	$\Sigma$ ( $\mu$ m)	CUT( $\mu$ m)	EP( $\mu$ m)	$\Sigma$ ( $\mu$ m)
1-CAB	3,44ab	13,15a	16,63a	3,24ab	11,10ab	14,40ab
2-ATA	3,38ab	11,81b	15,24bc	3,41a	10,80ab	14,26ab
3-PSE	3,19b	12,80a	16,00ab	3,11b	11,19ab	14,36ab
4-ALE	3,48a	11,56b	15,09cd	3,23ab	10,68b	13,96b
5-BAT	3,23ab	11,10b	14,39d	3,27ab	11,57	14,90a
MÉDIA	3,34	12,2	15,56	3,25	11,1	14,38
Min.	2,5	7,5	10	2,5	7,5	10,0
Máx.	5	20	23,75	5,0	17,5	22,5
CV(%)	23,69	19,81	16,65	20,38	19,94	15,64
F	3,32**	18,39**	16,48**	3,10*	3,21*	2,95*

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, ao nível de 5%(\*), 1%(\*\*) de probabilidade. CUT=espessura de cutícula; EP=espessura da epiderme;  $\Sigma$ = somatória de CUT+EP.



A espessura da cutícula das folhas da caxeta, de modo geral foi de 3µm. A cutícula recobre uma camada de células epidérmicas, cuja espessura média, para as folhas de sol, na superfície adaxial foi de 16µm e na abaxial, 12µm. Nas folhas de sombra, a espessura média foi de 19 e 11µm respectivamente para as faces adaxial e abaxial. Nas folhas de sol a altura foi de 30µ e em média com uma camada apenas, no entanto algumas folhas apresentaram até 6 células na altura. Geralmente próximo à nervura central há um maior número de células que não foram consideradas para efeito de contagem. Nas folhas de sombra, a altura média foi de 25µm, geralmente com uma camada, em algumas folhas não estavam presentes e em outras, com um máximo de 3 camadas de células.

A camada sub-epidérmica (hipoderme) (FIGURAS 18, 19 e 22) foi observada apenas na face adaxial das folhas, praticamente inexistindo na face abaxial. Através de observações obtidas de gemas foliares, incluídas em parafina, seccionadas transversalmente em séries sequenciais foi possível constatar no meristema marginal, o início de divisão periclinal, originando esta camada, indicando a possibilidade de ser uma camada hipodérmica, além da sua forma bem diferenciada das células da epiderme (FIGURA 19-B). CRONQUIST (1981) observou hipoderme apenas em *Pandorea* e *Schlegelia*, assim como considerou que podem ocorrer divisões periclinais na epiderme de *Tabebuia*, por isso é necessário um estudo da ontogênese desta camada, a fim de eliminar dúvidas quanto a esta questão.

A somatória dessas camadas, na superfície adaxial, em média foi de 51µm para as folhas de sol e de 43µm para as de sombra. Batuva apresenta-se com os menores valores, tanto nas folhas de sol, como nas de sombra, diferindo de Cabaquara e Atami, nas folhas de sol e de todos os demais sítios nas folhas de sombra. Na face abaxial, Batuva apresenta-se com a menor altura das camadas de revestimento nas folhas de sol, diferindo dos demais sítios, excetuando Alexandra-Matinhos. Cabaquara e Passa-Sete são similares entre si, com valores maiores. Nas folhas de sombra, Batuva difere dos demais sítios por sua maior altura.

Estômatos: A folha é hipoestomática (METCALFE & CHALK, 1972) e os estômatos são circundados por células epidérmicas comuns, sendo caracterizados como do tipo anomocítico, em vista frontal (COTTHEM, 1970; DICKISON, 1975; METCALFE & CHALK, 1972). Observa-se também nessa posição, nítidas estrias epicuticulares nas duas células anexas, laterais aos estômatos no sentido equatorial (FIGURAS 22-A; 22-B). As células estomáticas localizam-se ao nível das demais células epidérmicas ou às vezes levemente afundadas na epiderme.

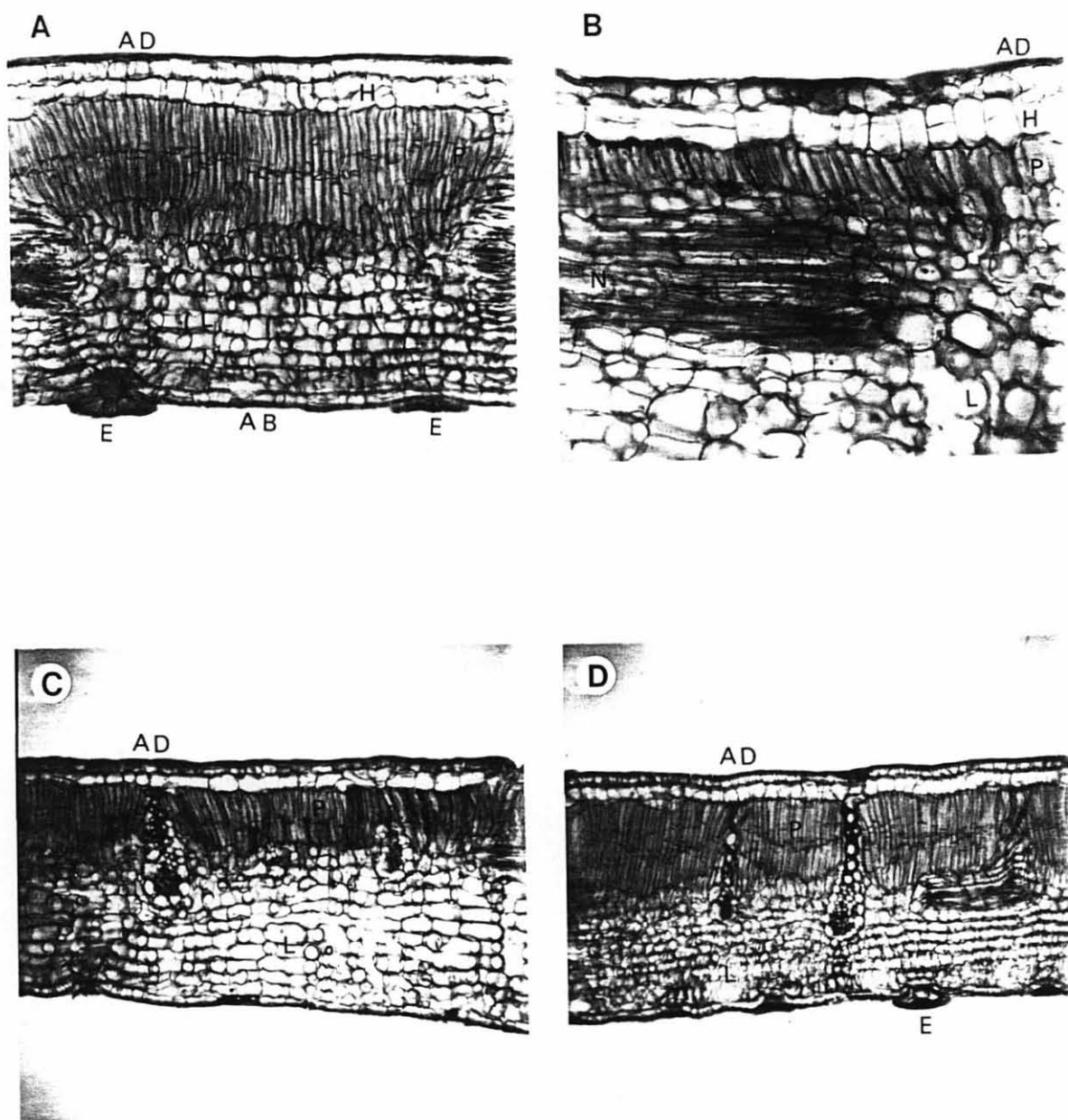


FIGURA 19 - Fotomicrografias de secções transversais de folha de *T. cassinoides*. A: folha de sol, Atami, 200x; B: folha de sombra, Atami, ocorrência de divisões periclinais na hipoderme, 200x; C: Folha de sombra, Atami, 125x; D: folha de sol, Cabaquara, 125x. AD=epiderme adaxial; AB=epiderme abaxial, E=escamas, H=hipoderme, P=parênquima paliádico, L=parênquima lacunoso.

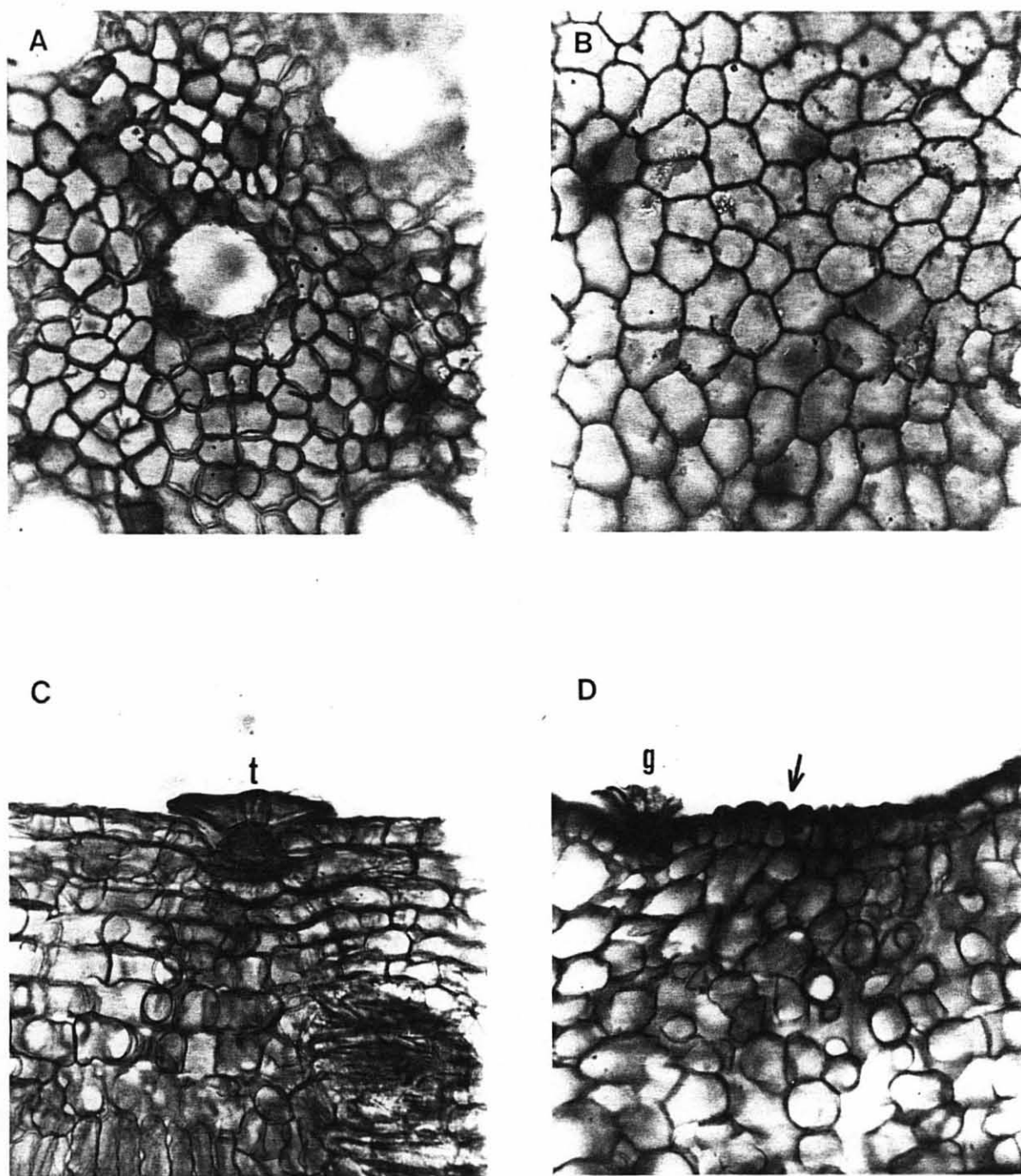


FIGURA 20 - Fotomicrografias de folhas de *T. cassinoides*. Vista frontal de epiderme adaxial (400x): A, Atami, sol e B: Alexandra-Matinhos, sombra. Secções transversais de folhas de sol, epiderme abaxial (400x): C: Atami, tricoma tector escamiforme (t) e D: Cabaquara, tricoma glandular (g) e células epidérmicas com estrias epicuticulares (seta).

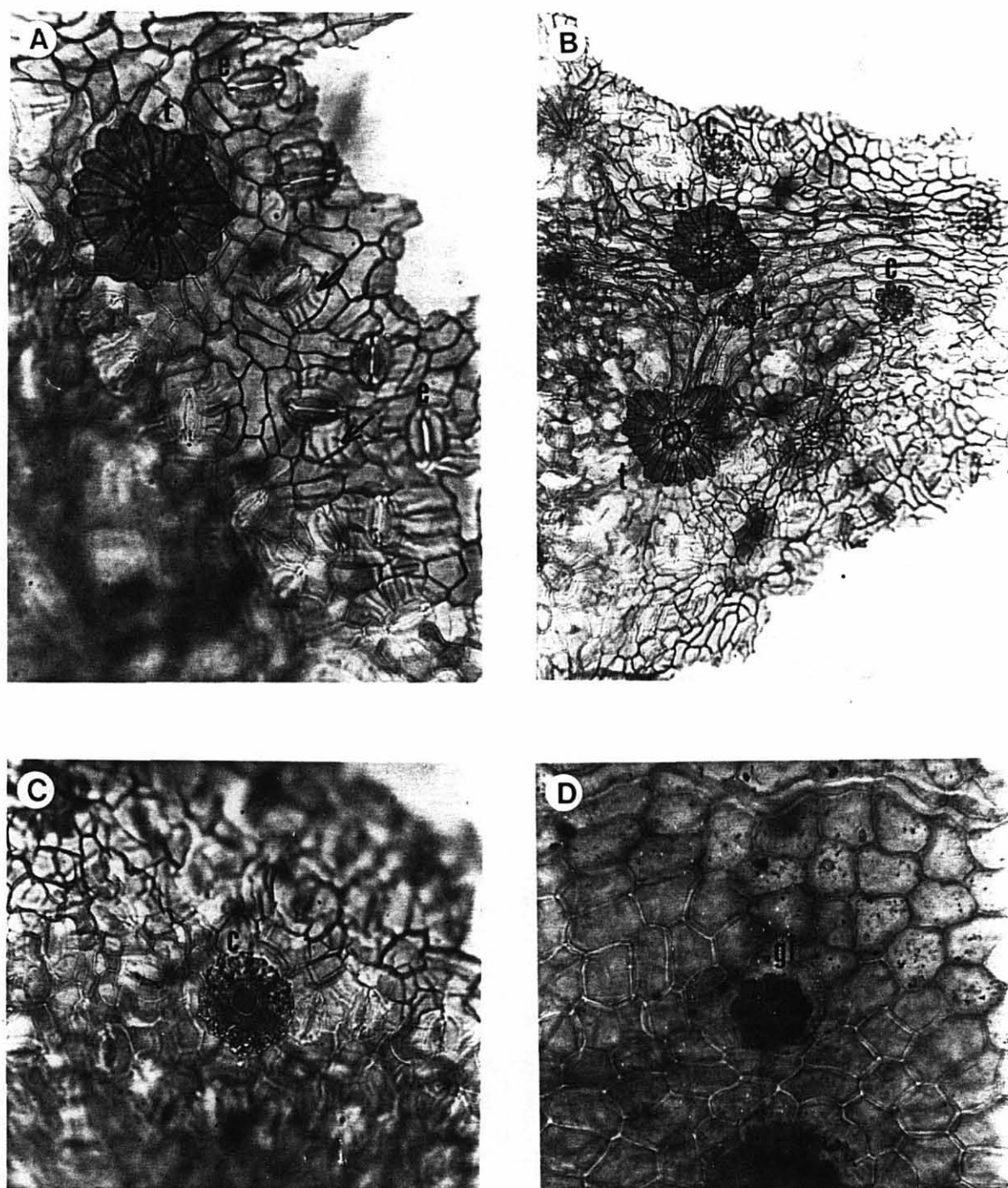


FIGURA 21 - Fotomicrografias de folha de *T. cassinoides*. Folha de sol de Atami: **A**: epiderme abaxial com células epidérmicas sinuosas, estômatos (e) com células anexas e estrias epicuticulares (setas) e tricoma tector escamiforme (t), 400x; **B**: dois tricomas tectores escamiformes (t) e tricomas cristalíferos (c), 200x e **C**: tricoma cristalífero (c), 400x. **D**: folha de sombra de Alexandra-Matinhos, com tricoma glandular (gl), 400x.

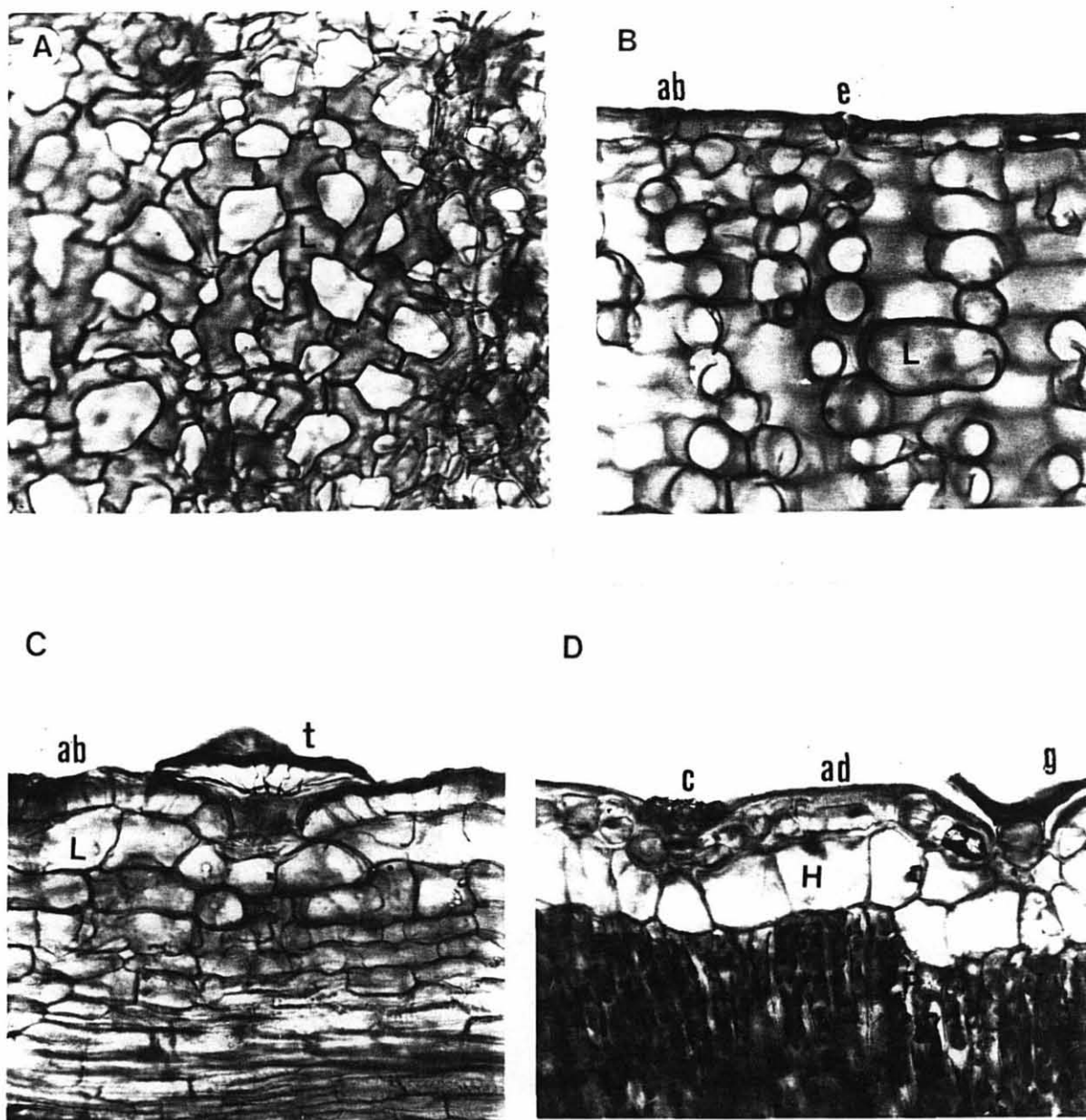


FIGURA 22 - Fotomicrografias de folhas de sol de *T. cassinoides*, 400x. Vista frontal, A: células com projeções braquiais do parênquima lacunoso (L) e espaços intercelulares. Secções transversais: B, epiderme abaxial (ab) com estômato (e) e parênquima lacunoso (L); C: tricoma tector (t) e parênquima lacunoso (L); D: epiderme adaxial (ad) com um tricoma cristalífero (c) e um tricoma glandular (g), camada hipodérmica (H) e parênquima paliádico (P).

Observando a TABELA 13, as folhas de sol têm em média 14 estômatos/mm<sup>2</sup> e as de sombra, 12. Quanto ao tamanho, para comprimento (diâmetro polar, ERDTMAN, 1964), a média é de 27µm para as folhas de sol e para as de sombra 26µm, enquanto que na largura (diâmetro equatorial) é de 18µm tanto para as folhas de sol como para as de sombra. São bastante uniformes e apresentam uma distribuição regular casualizada, principalmente nos espaços internervurais, sendo que nas folhas de sol seu número é superior, o que está de acordo com a maioria dos autores (KOZLOWSKI, 1976; METCALFE & CHALK, 1972; SUTCLIFFE, 1979; ZIMMERMANN, 1982; SILVA, 1984; MERUVIA, 1990). Os menores valores relacionados ao comprimento (CP) pertencem ao sítio Batuva, tanto nas folhas de sol (S), como nas de sombra (RN). Passa-Sete apresenta os maiores valores em folhas de sol e nas de sombra, Atami. Os demais sítios apresentam valores intermediários. Quanto à largura (LG) apenas Cabaquara e Atami apresentaram os menores valores, para sol e sombra respectivamente e os demais sítios, valores maiores e equivalentes entre si. Quanto ao número de estômatos/mm<sup>2</sup> nas folhas de sol, apenas Cabaquara diferiu dos demais pelo maior número; nas folhas de sombra, Passa-Sete e Alexandra-Matinhos apresentaram maior quantidade de estômatos/mm<sup>2</sup>. Quanto a estes parâmetros, as diferenças foram altamente significantes entre os sítios.

TABELA 13 - Estômatos: comprimento (µm), largura (µm), n<sup>o</sup>/mm<sup>2</sup>, em folhas de sol e de sombra/sítio

SÍTIO	CP-SOL	LG-SOL	N/mm <sup>2</sup> SOL	CP-RN	LG-RN	N/mm <sup>2</sup> RN
1-CAB	26,92bc	17,61b	15,85a	26,97ab	18,36a	11,44b
2-ATA	27,43b	18,49a	12,67b	27,74a	18,12a	10,49b
3-PSE	28,62a	18,49a	12,74b	26,63b	18,30a	13,25a
4-ALE	26,58bc	18,18a	14,17b	27,12ab	18,17a	13,72a
5-BAT	26,55c	18,06a	13,24b	24,63c	16,66b	11,74b
MÉDIA	27,28	18,17	14,09	26,62	17,92	12,13
Mín.	20,0	10,00	1	20,00	10,00	1
Máx.	37,5	27,5	25	32,5	22,5	37,5
CV (%)	9,5	11,26	31,76	9,22	10,44	31,64
F	15,65**	4,67**	11,35**	37,76**	22,37**	16,04**

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, ao nível de 5%(\*), 1% (\*\*) de probabilidade. CP=comprimento; LG=largura; N=número; RN=Folha de sombra (Regeneração Natural).

De acordo com METCALFE & CHALK (1972), ZIMMERMANN (1982), sombra, umidade atmosférica e condições de umidade do solo propiciam a formação de estômatos menores, enquanto que a luminosidade e ambientes secos provocam o aparecimento de estômatos maiores. A frequência estomática é influenciada pelas condições ambientais do habitat, variando nas diferentes partes da folha e em diferentes



folhas do mesmo indivíduo e em folhas de diferentes idades. Complexos estomáticos grandes apresentam baixa densidade e pequenos, maior densidade (METCALFE & CHALK, 1950; 1972 e ESAU, 1954). Baixa frequência de estômatos são encontrados em plantas de ambientes encharcados; em hidrófitas ocasionalmente podem faltar estômatos. ECKERSON (1908) observa que tamanho e número variam até entre variedades de uma mesma espécie, quando estão em diferentes partes da folha ou sob diferentes condições.

Tricomas: Quanto ao indumento, as folhas de *T. cassinoides* estão revestidas por tricomas (pêlos, escamas) que se dispõem na superfície epidérmica em ambas as faces, sendo visíveis com auxílio de lupa manual, ratificando a descrição de MARTIUS & EICHLER (1897-1897), contrariando o caráter de folha glabra comumente descrita para esta espécie. Também GENTRY (1992), considera a lâmina lepidota, porém às vezes glabras ou então apenas com o ápice do pecíolo lepidoto.

Os tricomas de *T. cassinoides* são dos tipos tector escamiforme, glandular e cristalífero, pedicelados, multicelulares (METCALFE & CHALK, 1972, 1983), distribuídos na lâmina foliar, tanto na superfície adaxial, como abaxial da epiderme, ocorrendo em pequenas depressões ou no mesmo nível, nas zonas internervurais e nas nervuras. As células epidérmicas no local de inserção do pedicelo das escamas maiores, apresentam-se com disposição radiada em vista frontal. Observando as secções seriadas da gema foliar, a presença dos tricomas já são evidentes em várias fases de desenvolvimento do primórdio foliar.

Na folha adulta observou-se, morfologicamente 3 tipos de tricomas escamiformes (FIGURAS 21-22): tector, glandular e cristalífero. O tricoma tector escamiforme tem um diâmetro maior que os outros (G), apresenta um curto pedicelo que se estreita próximo à expansão da escama, sendo larga e bojuda em sua base; os tipos menores, o glandular (P) e o cristalífero (X) têm dimensões e formas similares, porém as escamas pequenas (P) são glandulares e diferenciam-se da outra (X) pela ausência de cristais. Além disso, em secção transversal as escamas (P) inteiras, apresentam uma tênue vesícula na parte superior (FIGURA 21:D). As escamas cristalíferas (X) apresentam-se de forma radiada geométrica, geralmente com oito células, com minúsculos cristais (FIGURAS 21-22) em sua superfície. A superfície dos tricomas tectores escamiformes (G) parece estar revestida por uma substância semelhante à cera. Observou-se também uma maior concentração de estômatos ao redor destas escamas, sugerindo uma possível relação com evapotranspiração (FIGURA 21:A).

Um estudo detalhado da ontogênese destas escamas poderia esclarecer estas diferenças, porque observando superficialmente as séries de secções das gemas foliares, na fase inicial de desenvolvimento, os tipos constatados na folha adulta estão presentes, com fases diferenciadas de desenvolvimento. É muito difícil perceber diferenças entre as glandulares, das cristalíferas, em função dos estágios de desenvolvimento e também pela enorme quantidade de cristais na maioria das amostras, dificultando sobremaneira a

observação das pequenas sem cristais. Um estudo mais acurado da ontogênese e inclusive, utilizando-se de microscopia eletrônica de varredura, poder-se-ia, talvez, esclarecer a respeito. Se não for observada a ontogênese destes tricomas não se pode afirmar que as grandes e pequenas sem cristais sejam diferentes, pois pode-se supor que as pequenas sejam apenas um estágio no desenvolvimento das denominadas grandes (G). Além disso, muitas escamas cristalíferas na folha adulta apresentam a mesma forma que as glandulares; podendo-se supor que estas não teriam formado cristais por alguma necessidade fisiológica ou ambiental. De qualquer forma a dúvida permanece: se as grandes e pequenas sem cristais são do mesmo tipo, porém com crescimento diferenciado; ou se, as sem cristais são as mesmas, somente que não formaram os cristais.

Quanto ao diâmetro dessas escamas (TABELA 14) foram consideradas apenas, sem cristais (GP) e cristalíferas (X) e para efeitos de contagens quanto à frequência (%) (TABELA 15) foram separadas em G (grandes, tectoras), P (pequenas sem cristais, glandulares) e X (cristalíferas).

TABELA 14 - Diâmetro de tricomas de folhas de sol e sombra - faces adaxial e abaxial ( $\mu\text{m}$ ).

SÍTIO	Sol Adaxial		Sombra Adaxial		Sol Abaxial		Sombra Abaxial	
	GP	X	GP	X	GP	X	GP	X
1-CAB	66,47a	38,77b	68,80ab	39,77d	71,04b	39,83c	72,26a	41,31a
2-ATA	68,47a	39,99ab	70,87a	42,18bc	72,26b	42,29ab	72,02a	41,54a
3-PSE	69,96a	40,36a	65,94ab	43,13b	72,84ab	43,25a	66,10a	42,29a
4-ALE	70,56a	39,58ab	63,71b	52,70a	79,34a	40,54bc	30,42b	41,96a
5-BAT	68,14a	40,08ab	66,63ab	40,99cd	79,12a	41,18bc	70,18a	42,29a
MÉDIA	69,43	39,88	67,94	44,11	75,94	41,52	64,90	41,87
Mín.	35,0	25,0	35,0	30,0	32,5	30,0	24,0	25,0
Máx.	115,0	75,0	112,5	120,0	140,0	82,5	120,0	82,5
CV(%)	20,32	11,51	21,34	23,39	23,42	9,68	40,10	9,30
F	1,65n.s.	2,67*	4,46**	94,31**	6,18**	11,45**	15,24**	1,25n.s.

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, ao nível de 5%(\*), 1%(\*\*) de probabilidade e n.s., não significativo. GP=escamas grandes e pequenas sem cristais; X=escamas com cristais.

Os cristais, presentes nas escamas, identificados através de observações em microscópio petrográfico (luz polarizada) que, em função do tamanho dos cristais (criptocristalinos), cor, birrefringência, anisotropia, geminação, há indicativos de que podem ser um mineral do grupo da sílica e pelas características apresentadas, possivelmente calcedônia. DEER *et. al* (1966) observam que dentre os polimorfos de  $\text{SiO}_2$  mais importantes, em função dos intervalos de estabilidade, está a sílica criptocristalina (calcedônia) que são variedades compactas que contêm microcristais de quartzo com poros submicroscópicos. No entanto, para se chegar a uma determinação do tipo do mineral, é necessário efetuar outros métodos analíticos como microscopia eletrônica de varredura (pela forma dos cristais), espectroscopia de infravermelho, difração de raios-X (METCALFE & CHALK, 1983), possibilitando a precisão



na determinação e identificação de minerais independentemente da granulometria. A análise química é, a princípio, inviável uma vez que exigiria pelo menos um grama destes cristais, para tanto seria necessário uma quantidade enorme de folhas. METCALFE & CHALK (1983) observam também que em anatomia vegetal os cristais são identificados por suas características microscópicas, mas suas propriedades químicas também podem ser utilizados para propósitos de diagnósticos.

TABELA 15 - Porcentagem de tricomas de folhas de sol e sombra - faces adaxial e abaxial.

SÍTIO	SOL ADAXIAL			SOMBRA ADAXIAL			SOL ABAXIAL			SOMBRA ABAXIAL		
	G	P	X	G	P	X	G	P	X	G	P	X
1-CAB	24,88bc	39,31a	35,81a	29,56b	41,63c	28,81b	37,87ab	31,75abc	30,37a	49,37b	31,50	18,12 b
2-ATA	23,81c	38,56a	37,62a	22,44c	41,19c	36,56a	34,25b	34,44a	31,31a	38,62c	38,94b	22,75a
3-PSE	24,56bc	39,37a	36,06a	37,19a	42,38c	18,87c	34,37b	33,25ab	30,75a	35,87c	39,81 b	24,25a
4-ALE	35,81a	37,62a	26,56b	37,19a	59,38b	3,25d	39,69ab	27,31 bc	33,06a	40,31c	49,19 a	10,00 c
5-BAT	30,00b	26,25b	41,19a	37,31a	49,25a	14,12c	42,00a	25,62c	32,37a	56,81 a	38,94b	2,62 d
MÉDIA	27,81	36,23	35,45	32,74	46,76	20,33	37,64	30,48	31,58	44,2	39,68	15,55
Min.	13,0	12,0	14,0	11,0	26,0	0	22,0	6,0	4,0	25,0	15,0	0,0
Máx.	48,0	66,0	56,0	55,0	81,0	56	54,0	51,0	52,0	81,0	65,0	44,0
CV(%)	2,93	28,29	28,28	30,84	25,25	73,37	21,80	29,58	33,5	25,11	24,31	80,05
F	13,40**	10,31**	8,41**	18,67*	23,97**	83,06**	4,7**	6,62**	0,35n,s	30,38**	18,95**	100,74**

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, ao nível de 5%(\*), 1%(\*\*) de probabilidade e n.s., não significativo. G=escamas grandes; P=escamas pequenas; X=escamas com cristais.

A presença de sílica nas folhas foram observadas em dezoito famílias apenas, não constando entre elas a família Bignoniaceae (METCALFE & CHALK, 1983). Também observam que a presença de sílica podem ocorrer em estômatos, em situações de malformações. Em alguns estômatos de *T. cassinoides* foi observado a presença desse mesmo tipo de cristal ao longo da abertura estomática, há necessidade de observações mais acuradas no caso, pois os estômatos apresentavam aspecto normal.

A ocorrência de sílica em plantas tem sido referida como significante ao nível do metabolismo das plantas, porém muito longe de ser compreendida. Há alguma evidência que a taxa de transpiração decresce pela deficiência em sílica. Algumas plantas apresentam sílica em seus tecidos superficiais, onde podem proteger os tecidos subjacentes de colapso, em tempos de seca (METCALFE & CHALK, 1983).

O papel dos tricomas do ponto de vista ecológico está apenas sendo iniciado pelos anatomistas, ecologistas e sistematas, sendo, no entanto, considerados mais como caráter diagnóstico pela sua ausência ou presença. Também quanto à função destes tricomas com sílica, há algumas referências a respeito, como proteção contra insetos (METCALFE & CHALK, 1983). EAMES & MACDANIELS (1947) consideram várias funções para os tricomas, principalmente na redução da transpiração. MORRETES (1980) salienta o papel dos tricomas como importante, no sentido de isolar o mesófilo de um aquecimento excessivo. PAYNE (1978) considera a

importância dos tricomas na interpretação dos fenômenos evolutivos e fisiológicos.

Na TABELA 14 consta o diâmetro de tricomas de sol, sem cristais (GP) e cristalíferos (X). Observe-se no entanto que, em algumas situações (Alexandra-Matinhos e Batuva), houve maior dificuldade de se obter número suficiente de cristalíferos, tanto nas folhas de sol como de sombra na face abaxial, pela irregularidade em sua distribuição e também pela menor quantidade dessas escamas nas folhas de sombra, nesses sítios.

Assim, a média geral das escamas sem cristais da face adaxial de folhas de sol variou de 35-69-115 $\mu$ m e as cristalíferas, de 25-40-75 $\mu$ m; enquanto que na face abaxial, as sem cristais 33-76-140 $\mu$ m e cristalíferas de 30-42-83 $\mu$ m. As de sombra, sem cristal, na face adaxial, 35-68-113 $\mu$ m e na abaxial de 24-65-120 $\mu$ m; as cristalíferas, na face adaxial, 30-42-83 $\mu$ m e na face abaxial, 25-42-83 $\mu$ m.

O diâmetro das GP, nas folhas de sol, não apresentaram diferenças na face adaxial, na abaxial, Cabaquara e Atami apresentaram diâmetros menores em relação à Batuva e Alexandra-Matinhos, enquanto Passa-Sete apresentou valores intermediários. Quanto às escamas cristalíferas (X), da face adaxial das folhas de sol, Alexandra-Matinhos diferiu dos demais sítios com o maior diâmetro, sendo Cabaquara o sítio com as menores dimensões. Escamas sem cristais (GP), na face adaxial das folhas de sombra, Atami e Alexandra-Matinhos diferiram pelo maior e menor diâmetro respectivamente e, na face abaxial, Cabaquara e Atami com os menores valores. Na superfície abaxial das folhas de sombra, não houve diferenças significativas entre os sítios, quanto às escamas cristalíferas.

Em relação ao percentual médio de tricomas tectores (G), glandulares (P) e cristalíferos (X) para folhas de sol e de sombra, nas faces adaxial e abaxial, os resultados constam da TABELA 15. Sendo para as folhas de sol na face adaxial, 28% para G e de 36% para P e X. Alexandra-Matinhos apresentou o maior percentual que Atami de escamas do tipo G. Para o tipo P, apenas Batuva apresentou valores menores (26%), diferindo estatisticamente dos demais sítios. O menor percentual de X coube à Alexandra-Matinhos.

Na face adaxial das folhas de sombra, a frequência média de escamas G, P e X foi de 33%, 47% e 20% respectivamente, sendo Atami com o menor valor. Enquanto que, na face abaxial das folhas de sol, a frequência média foi de 38% para G e de 31%, para P e X; sendo 44%, 40% e 16%, respectivamente, para G, P e X, nas de sombra. Nas folhas de sol, Batuva apresentou o maior valor de escamas G e o menor percentual de escamas P. Em relação às cristalíferas, não foram observadas diferenças entre os sítios. Porém, nas folhas de sombra as diferenças foram significativas entre os sítios, onde Atami e Passa-Sete diferiram dos demais sítios pelas maiores porcentagens de escamas cristalíferas e Batuva, pelo menor percentual. Esta situação inverte-se em relação à G, com Batuva o maior percentual, diferindo dos demais sítios. Quanto à P, Alexandra-Matinhos difere dos

demais sítios com o maior porcentual, Cabaquara com o menor. É interessante notar que nas folhas de sombra, tanto na face adaxial, como abaxial, o porcentual de escamas cristalíferas é inferior, em relação às folhas de sol, supondo-se talvez, um mecanismo relacionado à reflexão de luz e consequentemente à temperatura. Em Alexandra-Matinhos ocorre um menor porcentual de escamas deste tipo na face adaxial de sol e, se for considerada a fase sucessional deste sítio (ZILLER, 1992), onde a espécie é dominada pelo guanandi em seu estrato superior pode-se supor que uma menor luminosidade no estrato superior possa estar relacionada com a baixa porcentagem de cristalíferas. Considerando o caráter heliófilo da caxeta, até pode estar indicando sintomas de deficiência lumínica, induzindo a saída da espécie do sistema, uma vez que já não está em condições de competir com espécies de estágios mais avançados. Em estudos florísticos da vegetação da planície litorânea em Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Aluviais (IPARDES, 1989), observam que a espécie não está entre as mais expressivas, existindo principalmente nas bordaduras ou em clareiras, onde o solo ainda é encharcado.

Na TABELA 16 constam o número/mm<sup>2</sup> dos três tipos de escamas, onde percebe-se que na face adaxial das folhas de sol, a densidade das cristalíferas (X), é aproximadamente o dobro da frequência dos outros tipos.

TABELA 16 - Número de escamas/mm<sup>2</sup> de folhas de sol e de sombra faces adaxial e abaxial.

SÍTIO	Sol Adaxial			Sombra Adaxial			Sol Abaxial			Sombra Abaxial		
	G	P	X	G	P	X	G	P	X	G	P	X
1-CAB	0,78a	1,15a	1,38a	0,48a	0,33ab	0,85a	1,77a	0,83ab	1,00b	0,82a	0,47b	0,33ab
2-ATA	0,64a	0,62b	1,17a	0,20b	0,24ab	0,57a	1,28bc	0,58bc	1,07ab	0,35b	0,49b	0,42a
3-PSE	0,68a	0,80ab	1,29a	0,28ab	0,33ab	0,18b	1,54ab	0,96a	1,47a	0,47b	0,63 ab	0,46a
4-ALE	0,73a	0,92ab	0,76b	0,13b	0,44a	0,14bc	1,06c	0,33c	0,99b	0,10c	0,81a	0,22bc
5-BAT	0,67a	0,25c	1,49a	0,14b	0,20b	0,055c	1,02c	0,46c	0,60c	0,33b	0,44b	0,08c
MÉDIA	0,69	0,75	1,22	0,24	0,31	0,34	1,33	0,63	1,03	0,41	0,57	0,30
Min.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máx.	4,0	4,0	5,0	2,0	2,0	4,0	6,0	5,0	6,0	3,0	3,0	3,0
CV(%)	78,57	85,72	66,94	113,47	103,45	124,26	58,12	93,45	84,63	95,30	105,49	145,66
F	0,45n.s.	17,97**	8,66**	9,29**	3,05*	43,23**	12,68**	10,07**	9,93**	22,69**	6,83**	15,31**

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, ao nível de 5%(\*), 1%(\*\*) de probabilidade e n.s., não significativo. G=escamas grandes; P=escamas pequenas; X=escamas com cristais.

Alexandra-Matinhos foi o sítio com menor número de escamas cristalíferas (X) na face adaxial de folhas de sol e nas de sombra, a menor frequência ocorre em Batura. Os tricomas tectores (G), na face adaxial das folhas de sol, não diferiram entre os sítios. Pode-se supor que se a sua função for evitar transpiração excessiva, uma vez que os estômatos estão mais concentrados ao seu redor, é natural que no estrato superior não haja diferenças significativas quanto à distribuição deste tipo de escama, na face adaxial. Enquanto que nas folhas de sombra, Cabaquara apresentou-se com o maior número de tricomas deste tipo (G). Quanto aos outros tipos, glandulares (P) e cristalíferos (X),

diferenças altamente significativas foram observadas entre os sítios. De modo geral, as folhas de sol e de sombra de Cabaquara apresentaram um número maior de escamas/mm<sup>2</sup> na maioria das situações analisadas. Batuva diferiu dos demais sítios, tanto nas folhas de sol como de sombra, por apresentar uma menor densidade para os três tipos, em dez, das doze situações analisadas.

Chama a atenção o alto coeficiente de variação destes parâmetros, onde a maioria das variáveis apresentaram diferenças altamente significativas, talvez com um menor número de repetições não fosse possível demonstrar tais diferenças.

**Mesofilo:** O mesofilo é constituído pela hipoderme, parênquima clorofiliano e sistema vascular, limitando-se externamente com os tecidos de revestimento (epiderme adaxial e abaxial). O clorênquima está representado pelo paliçádico, pelas células coletoras e pelo lacunoso. Na TABELA 17 estão representados a altura em micrômetros (µm) e o número de camadas (nc) do parênquima clorofiliano paliçádico (PAL), na face adaxial; na face abaxial, a altura do parênquima lacunoso (LAC) das folhas de sol e de sombra.

TABELA 17 - Parênquima paliçádico e lacunoso em folhas de sol e de sombra/sítio.

SÍTIO	SOL			SOMBRA		
	PAL (µm)	nc	LAC (µm)	PAL (µm)	nc	LAC (µm)
1-CAB	109,96b	2,17ab	151,72a	89,39a	1,80a	161,65a
2-ATA	105,56bc	2,15b	150,47a	72,52c	1,44b	152,47b
3-PSE	115,46a	2,18ab	152,81a	62,52d	1,25c	163,63a
4-ALE	117,04a	2,30a	138,40b	79,00b	1,48b	154,68b
5-BAT	103,75c	2,17ab	137,27b	53,49e	1,02d	149,66b
MÉDIA	110,96	2,2	147,1	72,4	1,43	157,11
Mín.	62,5	1	90,0	25,0	1	107,5
Máx.	152,5	4	300,0	142,5	3	230,0
CV (%)	15,35	19,46	17,09	30,14	36,46	13,78
F	19,89**	2,72*	19,94**	181,69**	76,54**	12,34**

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, ao nível de 5%(\*), 1%(\*\*) de probabilidade e n.s., não significativo. PAL=parênquima paliçádico; nc= número médio de camadas do PAL; LAC=parênquima lacunoso.

O parênquima clorofiliano paliçádico, nas folhas de sol é constituído geralmente por duas camadas de células retangulares estreitas, densamente agrupadas e internamente justapostas às células coletoras que recebem no plano de corte 1-4 células em paliçada, guardando o aspecto do paliçádico, porém dispostas frouxamente. As folhas de sombra apresentam geralmente um estrato de células em paliçada, dispostas de forma menos densa que nas de sol (FIGURAS 19 e 22). A altura do conjunto das células paliçádicas das folhas de sol, em média, é de 111µm e das folhas de sombra, 72µm. Passa-Sete e Alexandra-Matinhos apresentam os maiores valores e Batuva, os menores, para as folhas de sol. Nas folhas de sombra todos os sítios tiveram comportamento diferenciado, sendo Cabaquara, o sítio onde as folhas apresentaram um parênquima paliçádico de

maior altura e Batuva o de menor altura. Batuva também apresentou menor valor em número de camadas, tanto para as folhas de sol como de sombra; este sítio é possivelmente o mais sombreado ao nível de sub-bosque, enquanto Cabaquara tem o maior número de camadas nas folhas de sombra, o que poderia indicar maior luminosidade no interior deste sítio.

O parênquima clorofiliano lacunoso dispõe-se junto à epiderme abaxial, constituindo-se de um reticulado de células com projeções braquiais, tri-tetra-radiadas, unidas de tal forma que deixam espaços intercelulares muito regulares entre si. Nas folhas de sol, este conjunto de células mede em geral 147µm de espessura e nas de sombra, 157µm. Os sítios de menor espessura no parênquima lacunoso são Alexandra-Matinhos e Batuva; os demais, são similares entre si com valores superiores. Nas folhas de sombra, as de Cabaquara detém o maior valor e as de Batuva, o menor.

Embora diferentes pesquisadores tenham observado que geralmente sítios com maior intensidade luminica apresentam mais camadas de tecido paliçádico (MORRETES, 1988; DAUBEMIRE, 1982 LARCHER, 1977; RIZZINI, 1971) ou células de maior comprimento, ou parênquima lacunoso menos desenvolvido em folhas de sombra (DAUBEMIRE, 1982), neste caso, o sítio mais exposto à luminosidade é o de Atami e é o que possui folhas com menor número de camadas paliçádicas e o de Alexandra-Matinhos que é o mais denso é o que apresenta mais camadas. Os resultados indicam que algum outro fator que não a luminosidade deve estar interferindo com relação a estes parâmetros.

Uma série de fatores interferem no mecanismo adaptativo das plantas, ocasionado pelo excesso ou falta de água, tipo de solo, nutrientes, luminosidade, temperatura fatores plasmáticos/e ou metabólicos, dentre outros que influenciam principalmente a estrutura foliar, como tamanho, espessura, número de estômatos, mesófilo, concordando com inúmeros trabalhos sobre o assunto (CLEMENTS, 1905; SOLEREDER, 1908; HANSON, 1917; WILIE, 1949; METCALFE & CHALK, 1950; ARENS, 1958; MORRETES & FERRI, 1959, 1972; CARLQUIST, 1961, 1971; ANDRADE, 1966; LAMBERTI, 1969; GOODLAND, 1971; MORRETES, 1971, 1978; PARKHURST & LOUCKS, 1972; NAPP-ZINN, 1973, 1974; GREULACH, 1973; ESAU, 1974; KOZLOWSKI, 1976; LARCHER, 1976; RIZZINI, 1976; CUTTER, 1978; SUTCLIFFE, 1979; FAHN, 1982; ZIMMERMANN, 1980, 1982; WHATLEY & WHATLEY, 1982; DAUBEMIRE, 1982; WALTER, 1986).

#### 4.4 SÍNTESE DOS RESULTADOS MORFO-ANATÔMICOS POR SÍTIO

Nos ANEXOS 4 e 5 constam resumidamente as variáveis analisadas estatisticamente de acordo com os níveis de significância e as respectivas diferenças entre os sítios. Em função disso, observou-se que do total de 122 variáveis

para caule, raiz, folhas de sol e de sombra, 71,31% foram significativas ao nível de 1%; 11,48% foram significativas a 5%, sendo não significativas, apenas 17,21%. As significativas perfazem 82,79% (ANEXO 6), demonstrando que parâmetros analisados para uma mesma espécie em condições semelhantes podem variar na maior parte de suas características morfo-anatômicas em relação às condições ambientais. O percentual de participação de significativos a 1% de probabilidade para caule foi de 66,67%, para raiz, 48,15%, para folha de sol 85,30% e 79,41% para folha de sombra. Observe-se que as porcentagens, tanto para folhas de sombra, como para as de sol foram as de maior peso.

Das variáveis significativas ao nível de 1% de probabilidade foram selecionados apenas os valores extremos por sítio. Neste caso, Cabaquara foi o sítio que apresentou a maior quantidade de características morfo-anatômicas com maiores valores e Batuva com os menores (ANEXOS 7 e 8). Por outro lado, as folhas foram as que apresentaram maior número de variações, tanto para valores mais altos, como mais baixos. Em seguida vem o caule e por último a raiz, com menor número de variações. Isso também demonstra que as copas, estando em contato mais direto com os fatores físicos do ambiente é que sofre mais variações, refletindo mais suas influências, seguindo-se o caule com aproximadamente a metade das variações das folhas e por fim a raiz, com menor quantidade de variações comparados entre os elementos analisados por sítio.

A seguir será apresentada uma síntese por sítio das variáveis analisadas estatisticamente e significativas ao nível de 1%, do caule, raiz e folhas de sombra e de sol, onde o sinal + representa os valores maiores e o sinal -, os menores.

### CABAQUARA

**Caule**, +: comprimento e % de fibras; altura da série de parênquima; os elementos de vasos; raios/mm linear; % de raios unisseriados/mm linear; -: vasos solitários e geminados/mm<sup>2</sup> e % de raios parcialmente bisseriados. (7+ e 3-).

**Raiz**, +: número de células na série de parênquima axial; % vasos solitários; % e raios unisseriados/mm linear. -: comprimento e % de fibras; raios/mm linear; número de raios parcialmente bisseriados e bisseriados/mm linear. (4+ e 5-).

**Folhas de sol**, +: número de estômatos/mm<sup>2</sup>; parênquima lacunoso; altura da epiderme adaxial; espessura da cutícula adaxial; altura da hipoderme e das células da epiderme abaxial; % e número/mm<sup>2</sup> de tricomas cristalíferos na face adaxial; número de tricomas tectores da face abaxial/mm<sup>2</sup>. -: espessura do limbo; largura de estômatos; espessura da epiderme adaxial e % e diâmetro de tricomas tectores, na face abaxial; diâmetro dos tricomas glandulares e cristalíferos, sendo os cristalíferos com o menor diâmetro de todos. (10+ e 6-).

**Folhas de sombra**, +: área foliar/cm<sup>2</sup>, largura (cm) e espessura do limbo (um); largura de estômatos; número de camadas e altura do parênquima paliádico; altura do parênquima lacunoso; epiderme e a hipoderme (adaxial); escamas tectoras/mm<sup>2</sup> (G,

adaxial e abaxial); número de escamas glandulares e cristalíferas/mm<sup>2</sup> (P e X, adaxial); -: espessura de cutícula adaxial; número e % de escamas glandulares (P, abaxial) menor diâmetro de todos, de escamas cristalíferas na face adaxial. (15+ e 7-).

No conjunto, um total de 36 variáveis com maiores valores e 21 com menores, sendo a maior quantidade de + para as folhas de sombra e de sol (ANEXO 7).

#### ATAMI

**Caule**, +: comprimento e número de vasos/mm<sup>2</sup>; número de vasos solitários e agrupados  $\geq 5$ /mm<sup>2</sup>, % de vasos solitários, raios/mm linear, número de raios parcialmente bisseriados e bisseriados/mm linear. -: a menor % de todos de vasos geminados. (7+ e 3-).

**Raiz**, +: diâmetro de vasos, % raios bisseriados e menor número de células do parênquima axial. (2+ e 1-).

**Folhas de sol**, +: comprimento, largura e espessura de folha; largura dos estômatos; altura do parênquima lacunoso; camadas de tecido revestimento; epiderme adaxial e abaxial; % e número/mm<sup>2</sup> de tricomas cristalíferos na face adaxial. -: estômatos/mm<sup>2</sup>; cutícula (adaxial e abaxial); % de tricomas tectores (G, adaxial); diâmetro tricomas tectores e glandulares (GP, abaxial). (12+ e 6-).

**Folhas de sombra-RN**, +: comprimento e largura de estômatos, espessura da cutícula (adaxial); frequência e densidade de escamas cristalíferas (adaxial e abaxial); diâmetro de escamas tectoras e glandulares (GP, adaxial e abaxial). -: número de estômatos/mm<sup>2</sup>; altura do parênquima lacunoso; número de camadas hipodérmicas; % de tricomas tectores (G, adaxial e abaxial), % de glandulares (P, adaxial), número/mm<sup>2</sup> de tricomas tectores (G, adaxial). (10+ e 7-). O total de variáveis + é 31 e o de - é 16, perfazendo no conjunto 47 variáveis com valores extremos, neste sítio.

#### PASSA-SETE

**Caule**, +: comprimento, número de vasos geminados, tri/mm<sup>2</sup>, número de raios /mm linear; -: diâmetro e número de vasos, % de vasos solitários. (4+ e 3-).

**Raiz**, +: % vasos solitários, geminados e raios/mm linear. -: número de camadas da séries de parênquima axial e diâmetro de vasos. (4+ e 2-).

**Folhas de sol**, +: comprimento de estômatos, altura do parênquima lacunoso; espessura da cutícula (adaxial), da camada epidérmica abaxial; % escamas glandulares e cristalíferas (P e X, adaxial); número de P/mm<sup>2</sup> na face abaxial; escamas cristalíferas/mm<sup>2</sup> (X, adaxial e abaxial) e diâmetro de X, abaxial. -: largura, espessura do limbo, número de estômatos/mm<sup>2</sup>; espessura da cutícula (abaxial) e de % de escamas tectoras (G, abaxial). (12+ e 6-).

**Folhas de sombra**, +: largura e número de estômatos/mm<sup>2</sup>; altura do parênquima lacunoso, espessura da epiderme da face adaxial; e na abaxial, % tricomas glandulares (P), % e n/mm<sup>2</sup> de tricomas cristalíferos e o diâmetro de tricomas tectores e glandulares (GP). -: altura e número de camadas hipodérmicas; % de tricomas tectores

(abaxial); % P adaxial. (8+ e 4-).

No total, 28 + e 14-, somando 32 variáveis estatisticamente significativas.

#### ALEXANDRA-MATINHOS

**Caule**, +: % de fibras, diâmetro de vasos e % vasos geminados, número de raios unisseriados/mm linear. -: número de vasos/mm<sup>2</sup>; n.v.solit./mm<sup>2</sup>, número de vasos agrupados em  $\geq 5$  /mm<sup>2</sup>, raios/mm linear e % raios bisseriados. (3+ e 7-).

**Raiz**, +: comprimento de fibras, comprimento, diâmetro de vasos e número de vasos/mm<sup>2</sup>. -: número de raios/mm linear. (4+ e 1-).

**Folha sol**, +: largura de estômatos, altura do parênquima paliçádico, espessura da cutícula e epiderme abaxial; % de tricomas tectores e glandulares (G,P, adaxial); diâmetro de GP (abaxial). -: área, largura e espessura do limbo; número de estômatos/mm<sup>2</sup>; altura do parênquima lacunoso; espessura da cutícula e epiderme adaxial; % de tricomas cristalíferos (X,adaxial), número de G (abaxial) e P/mm<sup>2</sup> (adaxial e abaxial). (7+ e 12-).

**Folha de sombra**, +: largura e número de estômatos/mm<sup>2</sup>; espessura e o número de camadas hipodérmicas (adaxial) e % de escamas glandulares (P, abaxial); número de escamas P/mm<sup>2</sup> (abaxial e adaxial) e diâmetro de escamas cristalíferas (X, adaxial). -: altura do parênquima lacunoso, % de escamas tectoras (G, abaxial e adaxial), % de escamas cristalíferas (X) e número de escamas glandulares (P, adaxial), tectoras (G, adaxial e abaxial) e cristalíferas/mm<sup>2</sup> (X, abaxial); diâmetro de escamas glandulares e tectoras, em ambas as faces.(8+ e 7-). Total de 49 variáveis, sendo 22+ e 27-.

#### BATUVA

**Caule**, +: % de raios parcialmente bisseriados e bisseriados. -: comprimento de fibras, altura do parênquima axial, número de vasos/mm<sup>2</sup>, número de vasos solitários, geminados, múltiplos de  $\geq 5$ /mm<sup>2</sup>, raios/mm linear e % de raios unisseriados. (2+ e 10-).

**Raiz** +: % de vasos solitários, número de raios parcialmente bisseriados e bisseriados/mm linear. -: comprimento de fibras, de vasos, número de séries de parênquima axial e número de raios unisseriados/mm linear. (4+ e 4-).

**Folha de sol**, +: área, largura e espessura do limbo; largura de estômatos; % e diâmetro de tricomas tectores e glandulares (GP), de tectores (G) na face abaxial e na face adaxial, % e número/mm<sup>2</sup> de tricomas cristalíferos (X). -: comprimento, número/mm<sup>2</sup> de estômatos; altura do parênquima paliçádico e do lacunoso; espessura da camada de tecido de revestimento (cutícula e epiderme) da face adaxial e abaxial; altura da camada hipodérmica; %, número/mm<sup>2</sup> de escamas glandulares (P, adaxial e abaxial); número/mm<sup>2</sup> de tricomas tectores e cristalíferos (G e X, abaxial). (8+ e 15-).

**Folha de sombra**, +: espessura da cutícula e epiderme adaxial; número de camadas hipodérmicas; na face abaxial da folha de sombra os maiores valores se concentram na % de escamas gladulares e diâmetro de escamas tectoras e glandulares (GP).



—: área, largura e espessura do limbo, comprimento, largura e número de estômatos/mm<sup>2</sup>; camada hipodérmica, parênquima paliádico e lacunoso; espessura da camada de revestimento (adaxial); tricomas tectores, glandulares e cristalíferos/mm<sup>2</sup> (adaxial); na abaxial, % de tricomas cristalíferos e densidade (X/mm<sup>2</sup>). (6+ e 17—).

Este foi o sítio, quanto aos parâmetros analisados, perfazem 20+ e 46-, totalizando 66 variáveis altamente significativas.

Desta súmula, para todos os sítios as variáveis analisadas para o caule 23 + e 26—; para raiz, 18+ e 12—; para folha de sol 49+ e 44— e para folha de sombra (RN) 47+ e 42—, onde Cabaquara apresenta as maiores variações para valores máximos e Batuva, para os mínimos (ANEXO 8).

#### 4.5 CONSIDERAÇÕES COMPLEMENTARES

Durante o período de pesquisa de campo foram observados alguns aspectos macromorfológicos, de adaptação ao ambiente ou referentes à sucessão que serão comentados a seguir.

Observou-se que a maioria das espécies arbóreas desses caxetais apresentam rebrotas na base do tronco, indicando formas de adaptação e sobrevivência. Na caxeta, a propagação vegetativa observada no caule, também foi encontrada nas raízes (raízes gemíferas), embora esporadicamente. Um estudo da arquitetura ou morfologia da raiz possibilitaria a compreensão da distribuição espacial regular dessa espécie nesses ambientes, pois tem-se a impressão de que os indivíduos estão interligados subterraneamente.

A arquitetura da caxeta na fase adulta, nas comunidades onde domina e sob condições de competição com outras espécies, apresenta um fuste poliaxial (simpódico), dicotomizando-se em torno dos seis metros de altura. Nas rebrotas adultas que se desenvolvem sobre o mesmo tronco, o fuste é levemente inclinado e às vezes tortuoso. A ramificação é ortotrópica (HALLE *et al.*, 1978), porém com baixa dominância apical, o que confere à copa o aspecto flabeliforme. Dependendo do nível de competição, a copa pode se configurar como irregular e, nos locais mais abertos, tende à uma forma elipsóide. Podem ocorrer galhos abaixo do dossel, porém de modo geral a copa é uniestratificada, onde as folhas se concentram no topo e nas pontas dos ramos e galhos, deixando espaços entre eles. A copa a partir do ponto de inversão tem cerca de dois metros de altura e uma largura aproximada de quatro metros (FIGURA 23 ). A copa pequena, aberta, paucifoliada, com folhas grandes de filotaxia oposta e decussada, inseridas nas pontas dos galhos formando tufo de 4-6 pares, são características dendrológicas marcantes para o reconhecimento da espécie em seu estado natural.



FIGURA 23 - *T. cassinoides*. (A) árvore com ramificação ascendente e paucifoliada; (B) pneumatóforo geniculado; (C) raiz suporte com lenticelas; (D) toras

Excetuando as folhas inseridas no quarto nó ou abaixo, de modo geral, as expostas ao sol são grandes, eretas, com orientação apical. A lâmina foliar é inteira, simétrica, de forma obovada-lanceolada a obovada-elíptica com ápice obtuso, base aguda, margem inteira revoluta, textura coriácea a cartácea, com glândulas escamiformes na lâmina foliar. A venação é do tipo camptódromo (veias secundárias não terminam na margem), broquidródomo (as veias secundárias se unem em uma série de arcos proeminentes), venosa-reticulada, com pecíolo normal, sendo mais reforçado no ponto de inserção; mede cerca de 1-2 cm de comprimento (SADT, 1960, 1962; HYCKEY, 1973, 1974 e STEARN, 1956). Além disso são discolores (FONT-QUER, 1963), lustrosas, de cor verde mais escura na face adaxial e mais clara na abaxial.

As folhas de sombra, ou seja as de regeneração natural, mesmo totalmente desenvolvidas apresentam diferenças macromorfológicas em relação às de sol. Diferem pelo seu maior tamanho, cor mais acentuada e menor espessura, e sua textura varia de cartácea a papirácea.

A opção pelas folhas do terceiro nó, foi devido ao padrão morfológico mais homogêneo e completamente desenvolvido dessas folhas, no período da coleta (verão) e também por estarem mais de acordo com o que já foi descrito para a espécie, mesmo que a maioria dos estudos anatômicos sobre folha seja efetuada com folhas do quarto nó. No entanto, os indivíduos apresentavam 3 e às vezes 4 pares de folhas em seus galhos, em sua maior parte; enquanto que as do quarto nó, eram morfológicamente muito irregulares, deformadas, com aspecto mais xeromórfico que as subsequentes, supondo-se serem do período que antecede o inverno e início da primavera. Também foram consideradas as recomendações de MORRETES (1980), em relação à padronização do material quanto à idade, posição no ramo, situação em relação aos fatores luz e suprimento hídrico.

Quanto ao caráter de decidualidade, a espécie é descrita como decidual nos estados onde ocorre; porém, no Paraná, apresenta-se como semidecídua, perdendo apenas parcialmente suas folhas após a última florada de março-abril (outono), no período de menor precipitação pluviométrica (inverno), concordando com as observações de CARVALHO (1991). Esta semidecidualidade pode estar refletindo uma sazonalidade, ligada aos fatores climáticos, como menor temperatura e precipitação pluviométrica (BUNTING, 1976); BRUNIG, 1976; LEDIG, 1976 e ZIMERMANN, 1982), ou, talvez refletir uma periodicidade autônoma, não ligada ao ciclo de 12 meses e sim a períodos de 4-9 meses (WALTER, 1986). JANZEN (1980) faz interessantes comentários a respeito da decidualidade de folhas em ambiente úmido tropical. Observa que em *Hymenaea courbaril*, espécie não decidual, em períodos mais secos produz folhas menores do que as normais, talvez, porque a umidade disponível seja insuficiente para a plena expansão das folhas novas. Além de considerar a possibilidade de que com a chegada da estação seca, fica reduzida a necessidade de uma árvore reter suas folhas para garantir assim, espaço para sua copa. Talvez esta seja uma explicação plausível para se compreender os

aspectos xeromórficos das folhas do quarto nó da caxeta e o seu comportamento semidecidual no Paraná; provavelmente nos outros Estados, a irregularidade do suprimento hídrico ou as condições edáficas induzam à uma perda total das folhas. Estas diferenças macromorfológicas e de comportamento da espécie, quanto à decidualidade e tamanho das folhas, poderiam ser consideradas em estudos anatômicos relacionados à fenologia e/ou integrados aos fatores do ambiente e à fisiologia.

Em relação ao eixo representado pelo galho, as folhas se posicionam de forma ereta ascendente; percebe-se que, no período de maior insolação, ficam levemente pendentes e suas margens um pouco mais revolutas, expondo mais a superfície lustrosa. Também no período de maior insolação ou de temperaturas mais altas, as folhas parecem acompanhar o ângulo de incidência lumínica, ficando mais horizontais. Há que se considerar que são observações localizadas e apenas de um período (verão), porém há indicativos que refletem mecanismos de controle de luz, temperatura e umidade, como foram observados em ambientes semelhantes por LITTLE (1953); PARKHURST & LOUCKS (1972); BRUNIG (1976). As observações de BUNTING (1976), HALLE *et al.* (1978), RICHARDS (1979) e WHATLEY & WHATLEY (1982) também podem ser consideradas para a caxeta e também quanto às fases sucessionais.

A caxeta além de apresentar características de pioneira, domina o ambiente por um período muito longo, ainda indefinido e que ZILLER (1992) considerou com propriedade, os caxetais como um sub-clímax ou clímax edáfico, assim como RICHARDS (1979), tratando de associações semelhantes de florestas pluviais tropicais.

Quanto ao caráter de adaptação às condições de encharcamento e anoxia, a espécie demonstra alta adaptabilidade com a base reforçada do tronco e as raízes secundárias desenvolvidas nas condições locais. Raízes escoras foram descritas para a espécie por MARTIUS & EICHLER (1857-1864). No caso da caxeta, algumas raízes-suporte, além da função de sustentação, têm a função de absorção de oxigênio. As raízes mais superficiais, em espaços regulares (1-2 metros) formam pneumatóforos geniculados, estendendo-se ao longo da lâmina de água por vários metros. As raízes com função apenas de sustentação estão mais próximas do tronco, ramificam-se e penetram no solo pantanoso, bifurcando-se em torno dos 40-80cm, continuam dividindo-se, à medida que se aprofundam no solo. Durante a coleta de amostras de solo foram encontradas raízes a 140cm de profundidade. Na base do tronco principal, assim como nas raízes de sustentação e nos pneumatóforos, ocorre uma maior concentração de lenticelas e pneumatódios. No ritidoma do caule as lenticelas são inconspícuas. Além disso, observou-se que as raízes escoras começam a se desenvolver a partir de 30-70 cm acima da base do tronco, dependendo do local. Parece haver uma certa coincidência da altura dessas raízes em relação ao nível das cheias, o que foi constatado pela presença de detritos orgânicos suspensos nessas raízes, mesmo no período mais seco. Verificou-se que em

Cabaquara e Passa-Sete essas raízes são mais altas.

RICHARDS (1979); CRAWFORD (1986) e COUTTS & ARMSTRONG (1986) observam que o ambiente anóxico é limitante para o desenvolvimento de muitas árvores. Em algumas espécies, quando as raízes penetram abaixo do nível da água e produzem novo crescimento em áreas que estão sempre inundadas, possuem meios de arejar seus tecidos.

As observações constatadas na caxeta coincidem com as de GIL & TOMLINSON (1977); RICHARDS (1979); WENGER (1984) e BUNTING (1986), que consideram dentre as características morfológicas e fisiológicas das árvores de ambientes encharcados, principalmente a capacidade de desenvolver tecidos secundários e formação de raízes adventícias capazes de absorver oxigênio através dos pneumatódios. Em áreas permanentemente encharcadas, pode ocorrer um decréscimo acentuado no fluxo de oxigênio com o aumento da profundidade do solo, em função do deslocamento do oxigênio que ocupa os poros em solos não saturados. O desenvolvimento de raízes adventícias perto da superfície do solo, quando as partes inferiores da raiz estão inundadas, constitui uma das maiores adaptações para evitar a seca fisiológica por anoxia.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste trabalho chegou-se às seguintes conclusões e recomendações:

- Existem diferenças físicas, químicas e morfológicas nos Solos Orgânicos dos sítios selecionados.
- Através da amostragem e número de repetições nos sítios, foi possível verificar diferenças significativas em relação às características morfo-anatômicas do caule, raiz e folhas.
- Das 122 variáveis morfo-anatômicas analisadas, 82% apresentaram diferenças significativas. Deste total, refletindo mais as condições do meio, as folhas apresentaram o maior número de variações, seguidas pelas do caule e da raiz.
- O comprimento e a frequência de fibras são maiores no caule do que na raiz, ocorrendo o inverso em relação ao parênquima; os raios são mais numerosos no caule, predominando uma maior porcentagem de raios unisseriados na raiz; em média, os vasos são mais curtos, com diâmetros maiores e duas vezes mais numerosos que na raiz.
- Na raiz, o parênquima axial e fibras se confundem por apresentarem um gradiente de elementos de transição entre fibras e parênquima, supondo-se que sob condições de anoxia e ausência de um aerênquima na raiz, esses elementos de transição podem estar exercendo a função de aeração.
- Os raios mostraram-se homogêneos em relação à idade, sendo que somente a largura dos raios em número de células apresenta diferenças entre os sítios, mesmo havendo padronização quanto à idade do material amostrado.
- Fatores pedológicos e lumínicos influíram no tamanho e espessura dos elementos estruturais das folhas.
- Folhas de sol têm menor área foliar, maior espessura, estômatos maiores e mais numerosos, camadas de parênquima paliádico mais altas, mais densas e com maior número de células; menor altura do parênquima lacunoso, cutícula mais espessa, maior número de escamas cristalíferas e presença de camadas hipodérmicas na superfície adaxial, em relação às folhas de sombra. Na face abaxial, a porcentagem e número de escamas cristalíferas é menor, principalmente nas folhas de sombra.

- Características morfológicas da copa e das folhas estão de acordo com o caráter de pioneiro da espécie.
- A espécie apresenta raiz axial, raízes suporte, raízes suporte com pneumatóforos geniculados e mais raramente raízes suporte gemíferas.
- A alta densidade de lenticelas, tanto na base do caule como na raiz suporte, e a presença de pneumatóforos geniculados indicam a alta adaptabilidade da espécie ao ambiente anóxico onde ocorre.
- A maior quantidade de variações morfo-anatômicas por sítio foi observada em Cabaquara, com valores mais elevados e os mais baixos em Batuva..
- Os sítios mais similares pelo número de variáveis analisadas foram Cabaquara e Atami, com maiores valores e Alexandra-Matinhos e Batuva, com os menores.
- A interpretação dos aspectos funcionais do indivíduo só é possível se houver uma preocupação em integrar conjuntamente os aspectos ecológicos com os anatômicos de raiz, caule e folhas.
- O conhecimento de características da madeira, ligados ao ambiente pode auxiliar na silvicultura e no manejo da espécie, reduzindo a degradação do ecossistema (caxetais), uma vez que bem manejada e respeitando suas exigências, representam uma importante alternativa econômica para a população de baixa renda e, conseqüentemente, beneficiando a região.

Em função dos resultados e conclusões recomenda-se:

- Aumentar o número de indivíduos amostrados e reduzir o número de repetições das variáveis morfo-anatômicas, restringindo as diferenças individuais, possíveis erros de amostragem, além de evidenciar características genéticas. Ao mesmo tempo, é recomendável fazer uma análise comparativa entre indivíduos.
- A ontogênese de características de tomentosidade e ou cerosidade na folha deve ser abordada para esclarecer as diferenças morfológicas observadas nesses caracteres e em relação aos sítios.
- A luminosidade deve ser considerada entre os parâmetros que influem nas características morfo-anatômicas das folhas; análises químicas das folhas devem ser efetuadas, afim de correlacioná-las com os elementos presentes no solo.
- Os aspectos ligados à deciduidade e/ou à fenologia devem ser pesquisados detalhadamente.

## ANEXOS



## ANEXO 1 - Classificação de solos

PERFIL	SÍTIO	CLASSIFICAÇÃO
P1	CABARAQUARA	SOLO ORGÂNICO fibrico-lenhoso profundo EUTRÓFICO SOLÓDICO substrato franco-siltoso DISTRÓFICO salino.
P2	ATAMI	SOLO ORGÂNICO fibrico-lenhoso pouco profundo DISTRÓFICO substrato arenoso EUTRÓFICO.
P3	PASSA-SETE	SOLO ORGÂNICO fibrico-lenhoso profundo DISTRÓFICO SOLÓDICO substrato muito argiloso DISTRÓFICO.
P4	ALEXANDRA-MATINHOS	SOLO ORGÂNICO fibrico-lenhoso muito profundo DISTRÓFICO substrato arenoso DISTRÓFICO.
P5	BATUVA	SOLO ORGÂNICO fibrico-lenhoso profundo DISTRÓFICO substrato franco-siltoso DISTRÓFICO.

## ANEXO 2 - Análise físico-química dos solos

--FR.GRAN....										---PH---				---COMPLEXO SORTIVO-----										CE			
S	H	ESP(cm)	Cor	AG	AR	SI	AG/GF	H <sub>2</sub> O	KCl	Ca	Mg	K	Na	Al	H	P	S	T	V%	m%	C%	C/N	100 mmhos/cm	Na/T	a25°C		
			(*)	(%)			Di	%		(.....meq/100g.....)							(ppm)										
C	H1	0 - 45	01	2	1	62	0	100	6,1	5,0	14,9	8,0	1,30	3,19	0,0	22,6	95	27,4	49,9	55	0	20,81	8	6	0,78		
A	H2	45-140	02	2	1	72	0	100	4,9	4,0	6,7	6,5	0,41	1,99	0,7	27,1	8	15,6	43,4	36	4	31,91	15	1	1,02		
B	IICg	140-160+	03	2	18	53	0	100	4,8	4,0	5,9	9,0	0,50	1,41	2,5	16,9	12	16,8	36,2	46	13	2,10	11	4	4,33		
A	H1	0 - 55	04	4	15	58	0	100	4,1	3,4	7,3	4,3	1,16	1,70	1,9	32,2	46	14,5	48,6	30	12	43,0	21	≥1	0,94		
T	E	55- 80	05	4	73	17	0	100	4,3	3,8	0,4	9,6	0,04	0,23	1,3	5,1	2	10,3	16,7	62	11	0,62	4	1	---		
P	H1	0 - 60	06	1	1	48	0	100	5,1	4,0	2,9	1,4	0,45	0,41	2,6	20,0	23	5,2	27,8	19	33	15,71	13	1	---		
S	H2	60-120	07	1	1	56	0	100	4,5	3,6	3,3	0,4	0,21	0,42	3,3	30,8	32	4,3	38,4	11	43	11,79	10	≥1	---		
E	IICg	120-140	08	1	1	33	0	100	4,7	3,6	3,1	3,9	0,04	0,15	1,6	8,5	24	7,2	17,0	42	18	3,01	10	≥1	---		
A	H1	0 - 50	09	2	1	67	0	100	5,6	5,0	10,1	7,0	0,90	1,31	0,0	78,6	30	19,3	97,9	20	0	21,96	9	1	---		
L	H2	50-132	10	2	1	69	0	100	4,8	3,8	7,0	5,2	0,19	0,91	2,2	34,4	9	13,3	49,9	27	14	21,74	14	≥1	---		
E																											
B	H1	0 - 50	11	6	3	46	0	100	5,8	4,9	15,7	19,6	2,22	2,61	3,9	54,8	2	40,1	98,8	41	9	20,36	8	3	0,58		
A	IICg	50- 53	12	2	3	75	0	100	4,6	3,9	3,2	2,8	0,32	0,53	6,9	21,5	15	6,9	35,3	20	50	5,95	3	2	---		
T	H3	53-160	13	1	3	53	0	100	4,7	4,0	8,6	11,4	0,29	1,44	1,5	57,4	2	21,7	90,6	24	35	17,24	7	1	0,46		
	IVCg	160-180	14	4	12	65	0	100	5,1	4,2	3,3	3,3	0,08	0,36	,4	14,5	2	7,0	22,9	31	17	2,75	2	2	---		

Obs. : COR(\*) Ver ANEXO 1b, referido no Anexo 1a, no item cor pelo número Legendas utilizadas :S =sítio; H=horizonte; ESP=espessura em cm; AG=argila; AR=areia; SI=silte; AG/Di=argila dispersa; S=soma de bases; Ca, Mg, K e Na; T= CTC de troca catiônica=S+H+Al; V%= saturação de bases:S/T; m%= saturação com Al=100Al/S+Al; 100Na/T=saturação com Na. FR.GRAN.=fração granulométrica. A condutividade elétrica (CE) foi determinada a seco, as demais foram a úmido. Esta análise foi executada pelo laboratório do SNLS da EMBRAPA, Rio de Janeiro, 1991.

ANEXO 3 - Cor do solo conforme o código Munsell para cores, citado no item cor(\*) do ANEXO 2.

S	H	(*) MUNSELL	COR
1	C	H1	01 - 10YR2.5/2 = bruno muito escuro a bruno acinzentado muito escuro
	A	H2	02 - 10YR3/2.5 = bruno acinzentado muito escuro a bruno escuro
	B	IICg	03 - 5Y3.5/1.5 = cinzento a cinzento violáceo
2	A	H1	04 - 10YR2.5/2 = bruno muito escuro a c bruno-acinzentado muito escuro
	T	E	05 - 10YR6/2 = cinzento brunado claro
	A		
3	P	H1	06 - 10YR3.5/2 = bruno muito escuro acinzentado a bruno-acinzentado-escuro
	S	H2	07 - 10YR3/2.5 = bruno-acinzentado muito escuro a bruno-escuro
	E	IICg	08 - 5Y6/1.5 = cinzento a cinzento-oliváceo-claro
4	A	H1	09 - 7.5YR3.5/2 = bruno-escuro a bruno
	L	H2	10 - 7.5YR3.5/2 = bruno-escuro a bruno
	E		
5	B	H1	11 - 10YR2/2 = bruno muito escuro
	A	IICg	12 - 2.5Y5/2 = bruno acinzentado
	T	H3	13 - 10YR2/1 = preto
		IVCg	14 - 2.5Y3.5/2 = bruno acinzentado muito escuro a bruno-acinzentado escuro

Fonte: Munsell color , Soil Color Charts. Ed. 1975.

Abreviaturas : S=sítio; H=horizonte; (\*)=número correspondente à COR(\*) do ANEXO 1; Munsell =código das cores observadas.

ANEXO 4 - Resumo das diferenças estatísticas das variáveis analisadas no xilema secundário do caule e raiz/ sítio, constantes da TABELA 1.

SÍTIO NºVARIÁVEL	VALOR F		CAB		ATA		PSE		ALE		BAT		M.GERAL					
	C R		C R		C R		C R		C R		C R		CAULE			RAIZ		
													Mín	Méd	Máx	Mín	Méd	Máx
01- CP.FIBRA	**	**	a	c	abc	b	bc	a	ab	a	c	c	419	842	1386	286	627	1137
02- % FIBRAS	**	*	a	b	bc	ab	abc	ab	a	ab	ab	a	45	63	80	45	63	80
03- AL.PARÊNQ.	**	*	a	ab	ab	ab	ab	ab	a	ab	b	b	150	435	740	180	457	690
04- n.células	ns	**	b	a	ab	b	a	b	b	ab	b	b	2	3	8	2	4	8
05- %PARÊNQ.	*	*	a	a	ab	ab	ab	ab	b	ab	ab	b	3	15	27	3	18	39
06- ØVASOS	**	**	bc	b	b	a	c	c	a	a	b	bc	47	103	190	42	92	181
07- CP.VASOS	**	**	a	ab	a	ab	a	bc	b	a	b	c	160	381	640	180	406	650
08- n.VASOS/mm <sup>2</sup>	**	**	b	b	a	ab	b	ab	c	a	c	ab	5	12	27	0	6	23
09- n.V.Solit./mm <sup>2</sup>	**	*	b	ab	a	ab	b	a	b	ab	b	b	0	3	10	0	3	13
10- n.V.Gem./mm <sup>2</sup>	**	ns	b	a	ab	a	a	a	ab	a	b	a	0	2	7	0	1	7
11- n.V.Múlt.(3)/mm <sup>2</sup>	*	ns	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	0	1	6	0	0	3
12- n.V.Múlt.(4)/mm <sup>2</sup>	ns	ns	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	0	0	0	0	0	2
13- n.V.Múlt.(≥5)/mm <sup>2</sup>	**	ns	ab	a	a	a	ab	a	b	a	b	a	0	0	2	0	0	2
14- %VASOS	*	ns	ab	a	a	a	b	a	ab	a	ab	a	1	7	15	1	4	11
15- % V.Solit.	**	**	bc	a	a	ab	c	a	bc	ab	ab	a	28	46	67	48	66	83
16- % Vasos Gemin.	**	**	bc	b	c	ab	b	a	a	ab	b	b	21	36	59	13	28	40
17- % Vasos Múlt.(3)	**	ns	ab	a	b	a	a	a	b	a	b	a	3	11	25	0	5	9
18- % Vasos Múlt.(≥4)	ns	ns	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	1	7	22	0	2	6
19- AL. RAIOS (um)	ns	ns	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	2	25	61	3	24	70
20- R./mm LINEAR-Σ	**	**	a	b	a	ab	a	a	b	ab	b	ab	4	10	16	1	6	22
21- n.R.UN./mm lin.	**	**	a	a	c	bc	ab	b	c	c	bc	c	4	8	13	1-	6	13
22- n.R.PB+BI/mm/lin.	**	**	b	d	a	c	b	ab	c	bc	c	a	5	12	27	0	1	9
23- %RAIOS	ns	ns	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	3	15	30	3	12	70
24- % Raios UN	**	**	a	a	b	b	c	b	b	b	d	c	33	72	96	48	82	99
25- % Raios PB	**	**	d	c	bc	b	b	b	c	b	a	a	3	26	55	1	17	46
26- % Raios BI	**	**	bc	b	b	a	b	ab	c	ab	a	a	0	2	16	0	1	8
27- % Raios TRI	ns	ns	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	0	0	2	0	0	2

As letras distintas diferem entre si, na linha (Teste Tukey). CP = comprimento; AL=altura; n=número; V.=vasos; Sol.=solitários; Gem.=Geminados; V.Múlt.=vasos múltiplos; R=raios; UN=raios unisseriados; PB=parcialmente bisseriados; BI=bisseriados; TRI=trisseriados; (um)=micrômetro. C=CAULE; R=raiz \*=significativo (95%); \*\*=altamente significativo (99%); ns=não significativo.

ANEXO 5 - Resumo das diferenças estatísticas das variáveis das folhas de sol e de sombra/sítio, conforme os valores da TABELA 9

SÍTIO NºVARIÁVEIS	VALOR F		CAB		ATA		PSE		ALE		BAT		M.GERAL					
	SO RN		SO RN		SO RN		SO RN		SO RN		SO RN		SO			RN		
													Mín	Méd	Máx	Mín	Méd	Máx
01- ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )	**	**	bc	a	a	b	bc	b	c	b	a	c	15,4	58,0	151,1	23,4	123,4	280,8
02- CP FOLHA (cm)	**	*	b	a	a	ab	bc	ab	c	ab	b	ab	8,5	15,7	25,6	9,7	24,3	36,6
03- LG FOLHA (cm)	**	**	bc	a	a	bc	c	b	c	b	a	c	2,7	5,9	9,0	3,1	7,8	13,0
04- ESP.LIMBO (µm)	**	**	b	a	a	b	b	b	b	b	a	c	55,0	87,5	120,0	52,5	79,3	125,0
05- CP ESTÔMATOS (µm)	**	**	bc	ab	b	a	a	b	bc	ab	c	c	20,0	27,3	37,5	20,0	26,6	32,5
06- LG ESTÔMATOS (µm)	**	**	b	a	a	a	a	a	a	a	a	b	10,0	18,2	27,5	10,0	17,9	22,5
07- n,EST./mm <sup>2</sup>	**	**	a	b	b	b	b	a	b	a	b	b	1,0	14,1	25,0	1,0	12,1	37,5
08- AL PALIÇAD, (µm)	**	**	b	a	bc	c	a	d	a	b	c	e	62,5	111,0	152,5	25,0	72,4	52,5
09- nc	*	**	ab	a	b	b	ab	c	a	b	ab	d	1,0	2,2	4,0	1,0	1,4	3,0
10- AL, LACUN, (µm)	**	**	a	a	a	b	a	a	b	b	b	b	90,0	147,1	300,0	107,5	157,1	230,0
11-Σ TEC.REV.AD(µm)	**	**	ab	a	a	ab	bc	c	abc	bc	c	d	10,0	51,0	115,0	17,5	51,6	48,5
12-Σ TEC.REV.AB(µm)	**	*	a	ab	bc	a	ab	ab	cd	b	d	a	10,0	15,4	23,8	10,0	14,4	22,5
13- CUT,Adax,(µm)	**	**	a	c	c	a	bc	ab	c	bc	ab	a	2,5	3,4	12,5	2,5	3,7	5,0
14- CUT,Abax,(µm)	**	*	ab	ab	ab	a	b	b	a	ab	ab	ab	2,5	3,3	5,0	2,5	3,3	5,0
15- EPI,Adax,(µm)	**	**	b	b	a	a	a	a	b	a	b	a	7,5	16,4	27,5	12,5	19,6	45,0
16- HIP,Adax,(µm)	**	**	a	a	ab	b	bc	d	ab	c	c	d	15,0	30,6	90,0	10,0	25,7	75,0
17- nc,HIP-Adax,(µm)	ns	**	a	a	a	b	a	b	a	a	a	a	1,0	1,4	6,0	0,0	0,7	3,0
18- EPI,Abax,(µm)	**	*	a	ab	b	ab	a	ab	a	b	b	a	7,5	12,2	20,0	7,5	11,1	17,5
TRICOMAS																		
19- % G Adax,	**	*	bc	b	c	c	bc	a	a	a	b	a	13,0	27,8	48,0	11,0	32,7	55,0
20- % G Abax,	**	**	b	b	b	c	b	c	ab	c	a	a	22,0	37,6	54,0	25,0	44,2	81,0
21- % P Adax,	**	**	a	c	a	c	a	c	a	b	b	a	12,0	36,2	66,0	26,0	46,8	81,0
22- % P Abax,	**	**	abc	c	a	b	ab	a	bc	a	c	b	6,0	30,5	51,0	15,0	39,7	65,0
23- % X Adax,	**	**	a	b	a	a	a	c	b	d	a	c	14,0	35,5	56,0	0,0	20,3	56,0
24- % X Abax,	ns	**	a	b	a	a	a	a	a	c	a	d	4,0	31,6	52,0	0,0	15,6	44,0
25- n G/mm <sup>2</sup> -Adax,	ns	**	a	a	a	b	a	ab	a	b	a	b	0,0	0,7	4,0	0,0	0,2	2,0
26- n G/mm <sup>2</sup> -Abax,	**	**	a	a	bc	b	ab	b	c	c	c	b	0,0	1,3	6,0	0,0	0,4	3,0
27- n P/mm <sup>2</sup> -Adax,	**	**	ab	a	b	ab	ab	ab	ab	a	c	b	0,0	0,8	4,0	0,0	0,3	2,0
28- n P/mm <sup>2</sup> -Abax,	**	**	ab	b	bc	b	a	ab	c	a	c	b	0,0	0,6	5,0	0,0	0,3	3,0
29- n X/mm <sup>2</sup> -Adax,	**	**	a	a	a	a	a	b	bc	a	c	c	0,0	1,2	5,0	0,0	0,3	4,0
30- n X/mm <sup>2</sup> -Abax,	**	**	b	ab	ab	a	a	a	b	bc	c	c	0,0	1,0	6,0	0,0	0,3	3,0
31- ø GP-Adax,(µm)	ns	**	a	ab	a	a	a	ab	a	b	a	ab	35,0	69,4	115,0	35,0	67,9	112,5
32- C GP-Abax,(µm)	**	**	b	a	b	a	ab	a	a	b	a	a	32,5	75,9	140,0	2,5	64,9	140,0
33- ø - Adax,(µm)	*	**	b	d	ab	bc	a	b	ab	a	ab	cd	25,0	39,9	75,0	30,0	44,1	120,0
34- ø- X-Abax,(µm)	**	ns	c	a	ab	a	a	a	bc	a	bc	a	30,0	41,5	82,5	25,0	41,9	82,5

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si na linha (Teste Tukey). SO = sol; RN = sombra; CP = comprimento; LG = largura; ESP = espessura; n = número; AL = altura; nc = número de camadas do paliçádico; EPI = epiderme; S = somatória; TEC.REV. = tecido de revestimento; CUT = espessura da cutícula; HIP = hipoderme; nc.HIP = número de células da camada hipodérmica; G = tricomas grandes; P = tricomas pequenos; X = tricomas com cristal; Adax = Adaxial; Abax = abaxial; RN = folha de sombra (Regeneração Natural); (µm) = micrómetro. ns = não significativo; \* = significativo (95%); \*\* = altamente significativo (99%).

ANEXO 6 - Síntese das variáveis analisadas, de acordo com os resultados do teste F de significância

VALOR F	CAULE	RAIZ	FI.SOL	FI.RN.	$\Sigma$	% Geral
n.s	6	10	4	1	21	17,21
* (5%)	3	4	2	5	14	11,48
** (1%)	18	13	28	28	87	71,31
$\Sigma$	27	27	34	34	122	100,00
% n.s.	22,22	37,04	11,77	2,94	17,21	----
% *	11,11	14,81	5,88	14,71	11,48	----
% **	66,67	48,15	82,35	82,35	71,31	----
$\Sigma\%$	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	----

n.s= não significativo; \* =significativo ao nível de 5%;\*\*= significativo a 1\*%; Fo= folha. % Geral , na linha e o % Parcial na coluna.

ANEXO 7 - Síntese das variáveis altamente significativas (1%), considerando apenas os valores extremos/sítio de acordo com o número sequencial das variáveis dos ANEXOS 4 e 5.

<b>SÍTIO CABAQUARA:</b>			
CAULE	+	01a, 02a, 03a, 07a, 20a, 21a, 24a.	Total: 07+
	-	25d, 9b, 10b.	Total: 03-
RAIZ	+	04a, 15a, 21a, 24a.	Total: 04+
	-	01c, 02b, 20b, 22d, 26.	Total: 05-
FOLHA SOL	+	07a, 10a, 12a, 13a, 16a, 18a, 21a, 23a, 26a, 29a.	Total: 10+
	-	04b, 06b, 15b, 20b, 32b, 34c.	Total: 06-
FOLHA RN	+	01a, 03a, 04a, 06a, 08a, 09a, 10a, 11a, 16a, 17a, 25a, 26a, 27a, 29a, 32a.	Total: 15+
	-	07b, 13c, 15b, 21c, 22c, 28b, 33d.	Total: 07-
<b>SÍTIO ATAMI:</b>			
CAULE	+	07A, 08a, 09a, 13a, 15a, 20a, 22a.	Total: 07+
	-	16b, 17c, 21c.	Total: 03-
RAIZ	+	06a, 26a.	Total: 2+
	-		Total: 0-
FOLHA SOL	+	01, 02a, 03a, 04a, 06a, 10a, 11a, 15a, 21a, 22a, 23a, 29a.	Total: 12+
	-	07b, 13c, 18b, 19c, 20b, 32b.	Total: 06-
FOLHA RN	+	05a, 06a, 13a, 15a, 23a, 24a, 29a, 30a, 31a, 32a.	Total: 10+
	-	07b, 10b, 17b, 20c, 21c, 25b, 28b.	Total: 07-
<b>SÍTIO PASSA-SETE:</b>			
CAULE	+	07A, 10a, 17a, 20a.	Total: 04+
	-	06c, 09b, 15c.	Total: 03-
RAIZ	+	01a, 15a, 16a, 20a.	Total: 04+
	-	04b, 06c.	Total: 02-
FOLHA SOL	+	05a, 06a, 08a, 10a, 15a, 18a, 21a, 23a, 28a, 29a, 30a, 34a.	Total: 12+
	-	03c, 04b, 07b, 14b, 20b.	Total: 05-
FOLHA RN	+	06a, 07a, 10a, 15a, 22a, 24a, 30a, 32a.	Total: 08+
	-	16d, 17b, 20c, 21c.	Total: 04-
<b>SÍTIO ALEXANDRA-MATINHOS:</b>			
CAULE	+	02A, 06a, 16a.	Total: 03+
	-	07, 08c, 09b, 13b, 20b, 21c, 26c.	Total: 07-
RAIZ	+	01a, 06a, 07a, 08a.	Total: 04+
	-	21c.	Total: 01-
FOLHA SOL	+	06a, 08a, 14a, 18a, 19a, 21a, 32a.	Total: 07+
	-	01c, 02c, 03c, 04b, 07b, 10b, 13c, 15b, 23b, 26c, 28c, 29b.	Total: 12-
FOLHA RN	+	06a, 07a, 15a, 17a, 22a, 27a, 28a, 33a.	Total: 08+
	-	10b, 20c, 23d, 25b, 26c, 31b, 32b.	Total: 07-
<b>SÍTIO BATUVA:</b>			
CAULE	+	25A, 26a.	Total: 02+
	-	01c, 03b, 07b, 08c, 09b, 10b, 13b, 17b, 20b, 24d.	Total: 10-
RAIZ	+	15a, 22a, 25a, 26a.	Total: 04+
	-	01c, 04b, 07c, 21c.	Total: 04-
FOLHA SOL	+	01a, 03a, 04a, 06a, 20a, 23a, 29a, 32a.	Total: 08+
	-	05c, 07b, 08c, 10b, 11c, 12d, 15b, 16c, 18b, 21b, 22c, 26c, 27c, 28c, 30c.	Total: 15-
FOLHA RN	+	13a, 15a, 17a, 20a, 21a, 32a.	Total: 06+
	-	01c, 03c, 04c, 05c, 06b, 07b, 08e, 09d, 10b, 11d, 16d, 24d, 25b, 27b, 28b, 29c, 30c.	Total: 17-

As letras seguidas dos números correspondem aos resultados efetuados através do Teste Tukey; onde + = valor maior e - = valor menor.

ANEXO 8 - Resumo das variáveis analisadas conforme as diferenças estatísticas dos valores máximos (+) e mínimos (–) por sítio, de acordo com ANEXO 7

TOTAIS/SÍTIO	CAULE		RAIZ		FL.SOL		FL.RN		SUB-TOTAL		TOTAL
VALORES	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	
CABAQUARA	07	03	04	05	10	06	15	07	36	21	57
ATAMI	07	03	02	00	12	06	10	07	31	16	47
P.SETE	04	03	04	02	12	05	08	04	28	14	42
ALEX-MAT.	03	07	04	01	07	12	08	07	22	27	49
BATUVA	02	10	04	04	08	15	06	17	20	46	66
TOTAL	23	26	18	12	49	44	47	42	137	124	261



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A.N. Conhecimento sobre as flutuações climáticas do quaternário no Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, 6(1):40-8, São Paulo, 1957.
- AB'SÁBER, A.N. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. **Paleoclimas**. 3:1-19, São Paulo, 1977.
- ANDRADE, M.A.B. de. Contribuição ao conhecimento da ecologia das plantas das dunas do litoral do Estado de São Paulo. *Fac. Fil. Ci. e Letras da USP - Botânica*, 305 (22):3-170, 1967.
- ANGULO, R.J. **Geologia da Planície Costeira do Estado do Paraná**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. São Paulo, 1992, 334p.
- ARAÚJO, D.S.D.; LACERDA, L.D. A natureza das restingas. **Ciência Hoje**, 6(33):42-48, Rio de Janeiro, 1986.
- ARAÚJO, D. S. D. Restingas: síntese dos conhecimentos para costa sul e sudeste brasileira. In: **Simpósio sobre Ecossistema da Costa Sul e Sudeste Brasileiro**. ACIESP, 54 (1): 333-337, 1987.
- ARENS, K. Considerações sobre as causas do xeromorfismo foliar. **Fac. Fil. Ci. e Letras USP - Botânica** 224 (13):25-56, 1958.
- ARENS, K. As plantas lenhosas dos campos cerrados como flora adaptada às deficiências do solo. In: **I Simpósio sobre o cerrado**. EDUSP. 1963. 424p.
- BAAS, P. Systematic, phylogenetic, and ecological wood anatomy - History and perspectives. In: **New perspectives in wood anatomy**. P. Baas, Martinus Nijhoff/Junk Publ Hague. 1982. p.23-58.
- BAAS, P.; WERKER, E.; FAHN, A. Some ecological trends in vessel characters. **IAWA Bull.** 4(2-3): 141-159, 1983.
- BAAS, P.; CARLQUIST, S. A comparison of the ecological wood anatomy of the floras of southern California and Israel. **IAWA Bull.** 6:349-353, 1985.
- BAILEY, I. W. Evolution of tracheary tissue of land plants. **Amer. Journ. Bot.** 40: 4-8, 1953.
- BAILEY, I. W. The potentialities and limitations of wood anatomy in the phylogeny and classification of angiosperms. **Journ. Arn. Arb.**, 38: 243-254, 1957.

- BAILEY, I. W.; TUPPER, W. W. Size variation in tracheary cells. **Proc. Amer. Acad. Arts**, **54**: 149-204, 1918. (Resumo).
- BARGHOORN Jr., E. S. The ontogenetic development and phylogenetic specialization of rays in the xylem of Dicotyledons. I, II. The primitive ray structure. **Amer. Journ. Bot.**, **27**: 918-928, 1940 (Resumo).
- BARGHOORN Jr., E. S. The ontogenetic development and phylogenetic specialization of rays in the xylem of Dicotyledons. II. Modification of the multiseriate and uniseriate rays. **Amer. Journ. Bot.**, **28**: 273-282, 1941. (Resumo).
- BARROSO, G. M. **Sistemática de angiospermas do Brasil**, 3. Viçosa, UFV, Minas Gerais, 1991. p.147-177.
- BENETTON, M. E.; SANTOS, S. S. S.; MALDONADO, W. T. P. V.; SCHEUNEMANN, H. **A Caxeta no Vale do Ribeira (SP)**. Estudo Sócio-econômico da População vinculada à extração e ao desdobro da Caxeta. Programa de Pesquisa e Conservação de áreas úmidas no Brasil-USP. Conv. Secr. Meio Ambiente-São Paulo. 1991, 120p.
- BERNARDES, L. M. C. Os tipos de clima do Brasil. **Bol. Geogr.**, **9**(105): 988-997, 1951.
- BIGARELLA, J. J. Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná. **Arq Biol. Tecn.** **1**: 75-111, Curitiba. 1946.
- BIGARELLA, J. J. Nota prévia sobre a composição dos sambaquis dos Paraná e Santa Catarina. **Arq. Biol.Tecn.**, **4** (16): 95-111. 1949.
- BIGARELLA, J. J. Esboço da geomorfologia do Estado do Paraná. **Bol. IBPT.** **32**, Curitiba, 1954.
- BIGARELLA, J. J. Notas sobre os depósitos arenosos recentes do litoral sul-brasileiro. **Bol. Geogr.**, **15**(137): 185-187, 1957.
- BIGARELLA, J. J.; MARQUES F<sup>o</sup>, P. L.; AB'SÁBER, A. N. Ocorrência de pedimentos remanescentes nas fraldas da Serra do Iquerim (garuva, SC). **Bol. Paran. Geogr.**, **4/5**: 82-93, 1961.
- BIGARELLA, J. J. Variações climáticas no Quaternário e suas implicações no revestimento florístico do Paraná. **Bol. Paran. Geogr.**, **10/15**: 211-231. Curitiba, 1964.
- BIGARELLA, J. J.; FREIRE, S. S.; SALAMUNI, R.; VIANA, R. Contribuição ao estudo dos sedimentos praias recentes II, praias de Matinhos e Caiobá. Boletim da Universidade Federal do Paraná - **Geografia Física**, **6**. 1966. 109p.
- BIGARELLA, J. J.; ALESSI, A. H.; BECKER R. D.; DUARTE, G. M. Natureza dos sedimentos de fundo das baías de Paranaguá e Antonina. **Rev. Inst. de Biol. e Pesq. Técnol.** **15**: 30-33. Curitiba, Paraná, 1970.

- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D. International symposium on the quaternary. **Bol. Paranaense de Geociências**, **33**, 1975, 371p.
- BIGARELLA, J. J.; ANDRADE-LIMA, D.; RIEHS, P. J. Considerações a respeito das mudanças paleo-ambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. **An. Ac. Bras. Ci.**, **47**: 396-411 (Suplemento, Simpósio Internacional sobre o Quaternário, Curitiba, Porto-Alegre). 1975.
- BIGARELLA, J. J. **A serra do mar e a porção oriental do Estado do Paraná**. Governo do Estado do PR-ADEA, 1978. 249p.
- BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia** - Bases para el Estudio de las Comunidades Vegetales. Madrid, H. Blume Ediciones, 1979, 820p.
- BRUNIG, E. F. Tree forms in relation to environmental conditions: an ecological viewpoint. In: **Tree physiology and yield improvement**. Ed. Cannel and Last. Ac. Press, London, 1976. p. 140-156.
- BUCHINGER, M. Las species argentinas del género *Tabebuia*. **Rev. Inv. Forest.**, **2**:30-30, 1960.
- BUNTING, H. A. Maximizing the product, or how to have it both ways. In: **Tree physiology and yield improvement**. Ed. Cannel and Last. Ac. Press. London, 1976. p. 2-18.
- BURGER, L. M. **Estudo anatômico do xilema secundário de sete espécies do gênero *Dalbergia*, Leguminosae-Faboideae**. Dissertação. Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. 1979. 184p.
- BURLEY, J. Genetic variation in wood properties. In: **New Perspectives in wood anatomy**. P. Baas. 1982. p.151-169.
- CAILLEUX, A.; TRICART, J. Zones phytogeographiques et morphoclimatiques du Quaternaire du Brésil. **C. R. de la Soc. de Biogeogr.**, Paris, **293**: 7-13, 1957.
- CARLQUIST, S. **Comparative plant anatomy**. Holt, Rinehart & Winston. N.York, 1961. 146p.
- CARLQUIST, S. Wood anatomy of *Compositae*: a summary with comments on factors controlling wood evolution. **Aliso**, **6**(2):25-44, 1966.
- CARLQUIST, S. Further concepts in ecological anatomy, with comments on recent work in wood anatomy and evolution. **Aliso**, v.9:499-553, 1975a.
- CARLQUIST, S. **Ecological strategies of xylem evolution**. Berkeley, University of California Press, 1975-b, 259p.
- CARLQUIST, S. Wood anatomy of Hawaiian, Macronesian, and other species of *Euphorbia*. **Bot. J. Linn. Soc. Suppl.** **60**, 63(1): 181-193. 1970.

- CARLQUIST, S. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. **Am.J. Bot.**, **64**: 887-896. 1977.
- CARLQUIST, S. Vasicentric tracheids as a drought survival mechanism in the woody flora of southern California and similar regions; review of vasicentric tracheids. **Aliso**, v.11: 37-68, 1985.
- CARLQUIST, S.; HOECKMAN, D. A. Ecological wood anatomy of woody southern californian flora. **IAWA**, **6**(4): 329-348, 1985.
- CARLQUIST, S. **Comparative Wood Anatomy**. Berlin, Springer-Verlag, 1988, 435p.
- CARPANEZZI, A.A.; FERREIRA, C.A.; ROTTA, E.; STURION, J.A.; PEREIRA, J.C.D.; RAUEN, M.J.; CARVALHO, P. E. R.; SILVEIRA, R. A.; NAMIKAWA, E.S.; MONTAGNER, L.H.; ALVES, S. T. Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná. **EMBRAPA-CNPQ-Documentos**, 17, Brasília, 1986, 89p.
- CARPANEZZI, A. A.; PEREIRA, J.C.D.; CARVALHO, P.E.R.; REIS, A.; VIEIRA, A.R.; ROTTA, E.; STURION, J.A.; RAUEN, M.J.; SILVEIRA, R.A. Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina. **EMBRAPA-CNPQ-Documentos**, 21, Curitiba, 1988, 113p.
- CARVALHO, P. E. R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. EMBRAPA-CNPQ, 1992. (prelo).
- CHALK, L. Multiperforate plates in vessels, with special reference to *Bignoniaceae*. **Forestry**, v.7: 16-22, 1933.
- CHALK, L. The phylogenetic value of certain anatomical features of dicotyledonous woods. **Ann. of Botany**, **1**(3): 409-428, 1937.
- CHALK, L. The phylogenetic value of anatomical structure of vegetative organs of dicotyledons. 2. The taxonomic value of wood anatomy. **Proc. Linn. Soc. London**, **155**(3): 214-218, 1944.
- CHALK, L. The effects of ecological conditions on wood anatomy. In: **Anatomy of Dicotyledons**. Metcalfe & Chalk. 2ª Ed. v.II, cap. 6. 1983. p.153-156.
- CLEMENTS, E. S. The relation of leaf structure to physical factors. **Trans. Amer. Microsc. Soc.**, **26**: 19-102. 1905.
- CLEMENTS, F. E. **Plant succession**. Carnegie Inst. Wash., Pub. 242. 1916.
- CLEMENTS, F. E.; WEAVER, J. E.; HANSON, H. C. **Plant competition**. Carnegie Inst. Wash., Pub. 398. 1929.
- CLEMENTS, F.E. Nature and structure of the climax. **J. Ecol.**, **24**: 252-284, 1936.
- COPANT - Comissão Panamericana de Normas Técnicas. **30**:1-019, 1973.

- CORREA, M. **O Sertão Carioca**, Rio de Janeiro. 1936, 307p.
- CORREIA, M. P.; PENNA, L. A. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro. v.6, 1975.
- COTTHEM, W. R. J. A classification of stomatal types. **Bot. J. Linn. Soc.**, 63: 235-46, 1970.
- COUTINHO, L. M. Contribuição ao conhecimento da ecologia da mata pluvial tropical. **Bol. Fac. Fil. C. L. da USP**, 257, **Botânica**, v.18: 11-219, 1962.
- COUTTS, M. P.; ARMSTRONG, W. Role of oxygen transport in the tolerance of trees to waterlogging. In: **Tree physiology and yield improvement**, Cannel and Last. Ac. Press. London. 361-385, 1976.
- COWN, D. J. Wood density of radiata pine: its variation and manipulation. **N. Z. J. For.**, 19: 84-92, 1974.
- COZZO, D. Estructura leñosa estratificada no registrada en generos de leguminosas argentinas. **Lilloa**, 16: 63-95, 1948.
- COZZO, D. Anatomia del leño secundario de las leguminosas Mimosoideas y Caesalpinioideas Argentinas silvestres y cultivadas. **Rev. Inst. Nac. Investig. C.Nat. C. Bot.** 2 (2): 63-290. 1951.
- CRAWFORD, R.M.M. Tolerance of anoxia and the regulation of glycolysis in tree roots. In: **Tree physiology and yield improvement**. Ed. Cannel and Last. Ac. Press. London. 1976. p.387-401.
- CRONQUIST, A. On the relationship between taxonomy and evolution: Broad features of the system of angiosperms. **Taxon** 18: 177-193. 1969.
- CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of Flowering Plants**. Columbia Univ.Press. N.York. 1981.1262p.
- CURCIO, G. **Caracterização e gênese de podzólicos VERMELHO-AMARELOS e CAMBISSOLOS da porção sul da Serra do Mar**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1992. Tese de Mestrado. (prelo)
- CUTLER, D. F. Vicarious species of Restioniaceae in Africa, Australia and South America. In: **Taxonomy, Phytogeography and Evolution**. Ac. Press, London. p.73-84. 1972
- CUTTER, E. G. Importance and state of ecological anatomic studies. In: 2º Congresso Latino-Americano de Botânica; **XXIX Congresso Nacional de Botânica**. Resumos. Brasília, Sociedade Botânica do Brasil.1978.
- DANSERAU, P. Distribuição de zonas e sucessão na restinga do Rio de Janeiro. **Bol. Geográfico**, 5(60): 1431-1443. 1948.

- DAUBENMIRE, R. F. **Ecologia Vegetal, Tratado de autoecologia de plantas.** Ed. Limusa, México, 1982. 495p.
- DEER, W. A.; HOWIE, R. A; ZUSSMAN, J. **Minerais constituintes das rochas.** Fund. Calouste Gulbekian, Lisboa, 1966. p.362-376.
- DICKISON, W. C. The bases of Angiosperm phylogeny. Vegetative Anatomy. **Ann. Missouri Bot. Gard.**, **62**: 596-620. 1975.
- DUGAND, A. Sobre algumas Jacaranda (Bignoniaceae) de Colombia y Venezuela. **Mutisia**, **25**: 1-32. 1954.
- EAMES, A. J.; MacDANIELS, L. H. **An introduction to plant anatomy.** 2<sup>a</sup> ed. McGraw-Hill, N.York, 1947. 427p.
- EAMES, A. J. **Morphology of the angiosperms.** McGraw-Hill. New York, 1961.
- ECKERSON, S. H. The number and size of stomata. **Bot. Gazette**, **46**, 1908. p.221-224.
- EMBRAPA/IAPAR Levantamento de reconhecimento de solos do Litoral do Estado do Paraná (Área 11) Informe preliminar. **Bol.Téc.**, **54** do SLNCS e **Bol.Téc.**, 09 do Projeto levantamento de solos. 1977. 130p.
- EMBRAPA-SNLCS **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro, 1979.
- EMBRAPA-IAPAR **Levantamento e reconhecimento dos solos do Estado do Paraná -** Tomo II. Londrina, 1984. p.51-3.
- ENGLER, A. **Syllabus der pflanzenfamilien - II.** Berlin. 1964. 666p.
- ERDTMAN, G. Pollen morphology and plant. Taxonomy-angiosperms. 530p. **Chronica Botânica**, Waltham, Mass. 1964.
- ESAU, K. **Plant Anatomy.** John Willey and Sons, N.Y. 1965. 767p.
- ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes.** São Paulo, ed. Edgar Blücher, 1974. 293p.
- FAHN, A. **Secretory tissues in plants.** Ac.Press, London. 1979. 302p.
- FAHN, A. **Anatomia vegetal.** Madrid, Piramide, 1982. 599p.
- FERRI, M. G. Transpiração de plantas permanentes dos cerrados. **Bol. Fac. Fil. C. L. da USP** **41**, **Botânica**, **4**: 159-224. 1944.
- FERRI, M. G. **Bol. Fac.Fil.C.L. da USP**, 247, **Botânica**, 17: 109-115. 1960. FERRI, M. G. Contribuição ao conhecimento da ecologia do cerrado e da caatinga. **Bol. Fac. Fil. C. L. da USP**, 195, **Botânica** 12: 5-17. 1955.

- FERRI, M. G. Anatomia das plantas da Caatinga e do Cerrado. In: Resumos: II Congresso Latino-Americano de Botânica - **XXX Congresso Nacional de Botânica**. Brasília-Goiânia. 1978. p.99-100.
- FERRI, M. G. **Vegetação brasileira**. Belo Horizonte: Ed.Itatiaia, São Paulo: EDUSP, 1980. 157p.
- FONT-QUER, P. **Diccionario de Botánica**. Ed. Labor, Barcelona, 1963, 1244p.
- FROST, F. H. Specialization in secondary xylem of Dicotyledons.II. Evolution of end wall of vessel segment. **Bot. Gaz.**, **90**: 198-212. 1930.
- GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S; RODERJAN, C. V. Caracterização florística da região de Cabaraquara. In: **Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) - Projeto PR412-Cabaraquara**. FUPPEF, Curitiba, 1987. p.39-47.
- GALVÃO, F.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. Levantamento florístico da Represa Guaricana. In: **Plano de Manejo da Área de Proteção de Guaricana**, FUPPEF, Curitiba-PR, 1988. p.33-74.
- GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S. Principais esp'cies arb'reas do litoral paranaense. In: **O desafio das florestas neotropicais**. UFPR/Univ. Albert Ludwig-FREIBURGO. Curitiba - PR, 1991.
- GENTRY, A. H. *Tabebuia*: the tortuous history of a generic name (Bignon.) **Taxon**, **18**: 635-643. 1969
- GENTRY, A. H. A revision of *Tabebuia* (Bignoniaceae) in Central America. **Brittonia**, **22**: 246-264. 1970.
- GENTRY, A. H. Generic delimitations of Central American Bignoniaceae. **Brittonia** **25**: 237. 1973.
- GENTRY, A. H. Flora of Panamá - Part IX - Familia 172 - Bignoniaceae. **Ann. Missouri Bot. Garden**, **60**: 781-977. Ed. Woodson Jr.& Schery, 1973a.
- GENTRY, A. H.; TOMB, A. S. Taxonomic implications of Bignoniaceae palinology. **Ann. Missouri. Bot. Gard.**, **66**: 756-777. 1979.
- GENTRY, A. H. Bignoniaceae - Part I. **Flora neotropica**, **25**. New York Botanical Garden, 1980. p.38-9.
- GENTRY, A. H. Bignoniaceae - Part II-(Tribe Tecomeae). **Flora neotropica**, **25**. New York Botanical Garden, 1992. 370 p.
- GIL, A. M.; TOMLINSON, P. B. Aerial roots: an array of forms and functions. In: **The development and function of roots**. Ed. Ac. Press. N.York, 1975. p.238-258.
- GILBERT, S. G. Evolutionary significance of ring porosity in the wood of angiosperms. **Bot. Gaz.**, **102** (1): 105-120. 1940.

- GODOY, H.; CORRÊA, A. R. **Carta climática do Estado do Paraná**: preliminar. 1974, Departamento de Produção Vegetal/Divisão de Meteorologia, s.d. (escala 1:1.000.000)
- GODOY, H.; CORRÊA, A. R.; SANTOS, D. **Clima do Paraná**. Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. Manual agropecuário para o Paraná. Londrina, 1976.
- GOMES, A. V.; MUÑIZ, G. I. B. Estrutura e ultraestrutura da madeira de *Prosopis caldenia*, *P. chilensis* e *P. juliflora* e influência dos fatores ecológicos. In: **Encontro Internacional de Prosopis**, 2. Recife-Pernambuco. 1986.
- GÓMEZ, J. C. Jr. Contribuição ao conhecimento das "Bignoniaceae" brasileiras, IV. **Rev. Bras. Biol.** 11(1): 49-52. 1951.
- GÓMEZ, J. C. Jr. Contribuição à sistemática das "Bignoniaceae" brasileiras. **Arq. Serv. Flor.**, 9: 261-296. Rio de Janeiro, 1955.
- GÓMEZ, J. C. Jr. "Bignoniaceae". Flora do Itatiaia. **Rodriguésia** 20(32): 111-127. 1957.
- GOODLAND, R. Oligotrofismo e alumínio no Cerrado. In: **III Simpósio sobre o Cerrado**. EDUSP/E. Blüchner. 1971. 239P.
- GRAAF, N. A. van der; BAAS, P. Wood anatomical variation in relation to latitude and altitude. **Blumea**, 22: 102-121, 1974.
- GREULACH, V. A. **Plant function and structure**. Macmillan Publ. Co. N.York, 1973. 575p.
- GUERRA, M. P.; NODARI, O. R.; REIS, A.; SCHWEITZER, I. S. Promoção do enraizamento de estacas basais e apicais de *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC. Submetidas ao Ácido Indolacético. **Insula**, n.14. 1984. p.150-151.
- HALLE, F.; OLDEMAN, R. A. A.; TOMLINSON, P. B. **Tropical trees and forests**. Berlin, Springer-Verlag, 1978. 441p.
- HANDRO, W. Escleromorfismo foliar e nutrição em *Gomphrena prostata* Mart. **Anais Acad. Bras. Ciências**, 38: 225-242. 1966.
- HANSON, H. C. Leaf structure as related to environment. **Am. Jour. Bot.**, 4:533-560, 1917.
- HARRIS, K. **Histometria quantitativa de madeira**. INPA, 1957. 12p.
- HELMS, J. A. Factors influencing Net photosynthesis in trees: an ecological viewpoint. In: **Tree physiology and yield improvement**. Ed. Cannel and Last. Ac. Press. London. 1976. p.56-78.
- HENRIQUES, R. P. B.; ARAÚJO, D. S. D.; HAY, J. D. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. **Rev. Brasil. Bot.**, 9(2): 173-189. 1986.



- HERTEL, R. J. G. Esboço fitoecológico do litoral centro do estado do Paraná. **Forma et Functio**. 1 (6): 47-58. 1959.
- HUBER, B. **Encyclopedia of Plant Physiology**. Berlim, v.3: 541-582. 1956.
- HUECK, K. **As Florestas da América do Sul**. São Paulo, Poligono, 1972. 466p., p.149-239.
- HYCKEY, L. J. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. **Am. J. Bot.**, 60(1): 17-33. 1973.
- HYCKEY, L. J. Arquitectura de las hojas de dicotiledóneas. **Bol. de la Soc. Arg. de Botánica**, XVI: (1-2), 1974. p.1-26.
- IAPAR **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina, 1978. 41 p.
- IBGE Secretaria de Planejamento da Presidência da República. Regiões Sul e Sudeste do Brasil - 1:250.000. FOLHA SG.22X-D/SG. 23-V-C MIR-514/515. 1983.
- IBGE **Geografia do Brasil - Região Sul** v.12. Rio de Janeiro, 1990. 417p.
- IBGE Manual técnico da vegetação brasileira. **Série manuais técnicos em Geociências**, n.1. 1992. 92p.
- INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Projeto Madeira do Paraná**. Convênio SUDESUL/IBDF/SEPL-PR/FUPEF. Curitiba, 1984.p.80-5.
- IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Zoneamento do Litoral Paranaense**. IPARDES/SEPLAN. Curitiba, 1989. 174p.
- IPT **Fichas de características das madeiras brasileiras-Caxeta**. IPT/DIMAD/FC-62/1974. p.1-4.
- JANZEN, D.H. Ecologia vegetal nos trópicos. **Temas de Biologia**, v.7. EDUSP.1980. 79p.
- JENNINGS, D. H. Halophytes, succulence and sodium in plants - a unified theory. **New Phytology**, 67: 899-911, 1968.
- JESUS, R. M. Mata Atlântica de Linhares: aspectos florestais. In: **Anais do Seminário de desenvolvimento econômico e impacto ambiental em áreas do trópico úmido brasileiro. A experiência da CVRD**. SEMA/IWRB/CVRD. Rio de Janeiro, 1987. p.35-71.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York, McGraw-Hill Book Co. Inc. 1940. 523p.
- JOLY, A. B. **Introdução à taxonomia vegetal**. São Paulo. Ed. Nacional, 1987. 777p.
- KLEIN, R. M. Aspectos fitofisionômicos da mata pluvial da costa atlântica do sul do Brasil. **Bol. Soc. Argentina Bot.**,9: 121-40. Buenos Aires, jul.1961.

- KLEIN, R. M. Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. **Sellowia**, **36**(36): 5-54, Itajaí, jul.1984.
- KOZLOWSKI, T. T. Water relations and tree improvement. In: **Tree physiology and yield improvement**. Ed. Cannel and Last. Ac.Press. London. 1976. p.308-327.
- KRAMER, P. J. Plant and soil water relations on the watershed **Journal of Forestry**, 1952. p.92-95.
- KRELLING, P. C.; ZUNINO, L. J. **Pico Paraná: Altitude precisa**. Relatório técnico. Departamento de Geociências, UFPR. Curitiba, 1992. 4p.
- KRIBS, D. A. Salient lines of structural specialization in the wood rays of Dicotyledons. **Bot. Gaz.**, **96**: 547-557. 1935.
- KRONKA, F. J. Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Proteção de Recursos Naturais. Desenvolvimento sustentado: síntese de conferências e painéis do "I Seminário de Desenvolvimento Sustentado". São Paulo, outubro, 1989.
- KUNIYOSHI, Y. S. Equipamentos de coleta de espécies florestais nativas. **Informe de pesquisa IAPAR**, n.16, ano III e **Brasil Madeira** **3**,30: 43-5. 1974.
- KUNIYOSHI, Y. S.; RAMOS, A. Informações preliminares de algumas espécies nativas do Estado do Paraná. In: **Anais do 1º Reunião Conjunta de Pesquisa de Essências Florestais. IAPAR/EMBRAPA**. Curitiba. 1979. 16p.
- LACERDA, L. D.; ARAÚJO, D. S. D.; MACIEL, N. C. **Restingas brasileiras: uma bibliografia** Rio de Janeiro, Fund. José Bonifácio, 55p. 1982.
- LAMBERTI, A. Contribuição ao conhecimento das plantas do manguezal de Itanhaém. **Bol. Fac.Fil.C.L. da USP**, **317**, **Botânica**, **23**. São Paulo, 1969. 217p.
- LAMEGO, A. R. Restingas na Costa do Brasil. **Boletim Div. Geol. e Mineral.**, **96** 1-38, 1940. Min. Agr. Rio de Janeiro. 40p. 2 est.
- LARCHER, W. **Ecofisiología vegetal**. Ed.Omega, Barcelona, 1977. 305p.
- LAROCHE, R. C. Situação atual da *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC e *T. obtusifolia* (Cham.) Bur. **Brasil Florestal**, **21**: 30-33. Rio de Janeiro. 1975.
- LARSON, P. R.; ISEBRANDS, J. G. Functional significance of the nodal constricted zone in *Populus deltoides* Bartr. **Canad. J. Bot.**, **56**: 801-804. 1978.
- LEDIG, F. T. Physiological genetics, photosynthesis and growth models. In: **Tree Physiology and Yield Improvement**. Ed.Cannell & Last, Ac.Press, N.York, 1976. p.21-54.

- LEITE, P. F.; SOHN, S. Vegetação; as regiões fitogeográficas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico. In: **Folha NA/NB-22** Macapá. Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro, 1974. p. irreg.(Levantamento de Recursos Naturais, 6) p.IV/3-97.
- LEITE, P. F.; SOHN, S. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico. In: **Folha SG-22**, Curitiba, parte da folha SG21. Asunción e folha SG23 Iguape. IBGE, no prelo.
- LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: **IBGE - Geografia do Brasil, Região Sul** v.2. Ed. IBGE, 1990. p.113-150.
- LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 2ª Ed. Campinas: SBCS-SNLCS, 1984. 46p.
- LINDMAN, C.A.M. Notas preliminares sobre clima, solos e vegetação do Estado do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 3: 99-200. Curitiba, 1948.
- LITTLE, E. L. **Check list of native and naturalized trees of the United States**. Washington, USDA. 1953.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Ed.Plantarum. São Paulo, 1992. 351p.
- MAACK, R. Breves notícias sobre a Geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.II, Curitiba, 1947. p.63-154.
- MAACK, R. **Mapa fitogeográfico do Estado do Paraná**. IBPT, 1950.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba, BADEP/UFPR/IBPT. 1968. 350p.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Ed. J. Olimpio - 2ª ed. Rio de Janeiro, 1981. p.199-221.
- MAINIERI, C. **Madeiras denominadas caixeta**, IPT-Publ.572. São Paulo, 1958. p.18-21.
- MAINIERI, C. **Madeiras brasileiras**. Instituto Florestal-CPRN-Secr. Agr. SP. São Paulo, 1970. 109p.
- MAINIERI, C. Madeiras do litoral sul: Estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina - Nomenclatura botânica e vulgar, características gerais e usos comuns. **Instituto Florestal, Bol. técn. n. 3**, 1973. 85p.
- MAINIERI, C. Manual de Identificação das principais madeiras comerciais brasileiras. **IPT Série Publicações Especiais 14**: 241p., 1983.
- MAINIERI, C.; CHIMELLO, J. T. **Fichas características das madeiras brasileiras - IPT**. São Paulo, IPT, 1989. 418 p.

- MARCHIORI, J. N. **Anatomia das madeiras do gênero *Acacia*, nativas e cultivadas no Estado do Rio Grande do Sul**. Tese Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. 1990. 227p.
- MARTIUS, C. F. P.; EICHLER, A. G. **Flora Brasiliensis** v.8, pars I, 1857-64. p.310.
- MARTIUS, K. P. V. A fisionomia do reino vegetal no Brasil. **Bol. Geogr.**, **8**(95): 1294-131. 1951
- MATTOS, J. R. O gênero *Tabebuia* Gomes ex DC. **Loefgrenia**, 41: 1-7, 1970.
- MEEUSE, B. J. D. **The story of pollination**, 202-208. N. York. 1961.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons**. Clarendon Press, Oxford. 2v.1950.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of dicotyledons** (Leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses), **1** Oxford University press. 1965. p.1002-1013.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford, Clarendon Press, 1972. 1500p.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons: systematic anatomy of leaf and stem, with a brief history of the subject**. Oxford, Clarendon Press, 1979.v.1, 276p.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. 2<sup>a</sup> ed. vol. **II** Wood structure and conclusion of the general introduction. Clarendon Press-Oxford, 1983. 297p. 11 plates.
- MERUVIA, M. Y. L. **Contribuição ao conhecimento da anatomia de *Colubrina glandulosa* Perkins var. *reitzii* (M.C.Johnston) M.C. Johnston. (Rhamnaceae)**. Tese Mestrado. Botânica, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná. 1990. 137p.
- MORI, S. A.; BOOM, B. M.; PRANCE, G. T. Distribution patterns and conservation of eastern brazilian coastal forest tree species. **Brittonia**, **33**(2): 233-245. 1981.
- MORRETES, B. L.; FERRI, M. G. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do Cerrado. **Bol. Fac. Fil. USP, Botânica**, **16**: 7-70, 1959.
- MORRETES, B. L.; FERRI, M. G. Contribuição ao estudo da anatomia de folhas de plantas de uma "caatinga" do Rio Negro (Amazonas). **Rev. Biol. Portugal**, **8** (1-4): 97-122. 1972.
- MORRETES, B. L. Anatomia foliar de plantas de uma "campina amazônica" e do cerrado de Emas, São Paulo. In: Resumos dos trabalhos do II Congresso Latino-Americano de Botânica, **XXIX Congresso Nacional de Botânica**, Brasília- Goiânia, 1978.

- MORRETES, B. L. **Contribuição ao conhecimento da anatomia ecológica de plantas do Cerrado de Emas-SP e da Caatinga Amazônica do km62 da Rodovia-174**. Tese de Livre docência do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. 1980. 123p.
- MORRETES, B.L. **Curso de Anatomia ecológica**. Curso de Pós-Graduação da UFPR, 1988. Curitiba-PR.
- MUNIZ, A. C.; GRANDE, M.A; OLIVEIRA, V. Solos do trecho Cabo Frio-Xerém (RJ): influência de regimes pluviais e de material de origem na pedogênese. **R. Bras. Ci. Solo**, **14**: 205-214. Campinas, 1990.
- MUÑIZ, G. I. B. **Descrição da estrutura e ultraestrutura da madeira de cinco espécies de *Prosopis* da Argentina e análise da metodologia**. Dissertação Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1986. 192p.
- MUNSELL **Munsell color, Soil Color Charts**. Ed.1975.
- NAPP-ZINN, K. **Anatomie des Blattes, II: Angiospermen**. v.1-2. Berlin. Gebruder Borntraeger. 1973-1974. 1424p.
- NAP-ZINN, K. La influencia de factores externos sobre la estructura de la hoja. In: Resumos dos trabalhos do II Congr.Latino-Americano de Botânica - **XXIX Congr.Nac. de Botânica**. Brasília-Goiânica, 1978. p.94.
- NICKOLAEVSKIJ, V. G. [For.Abstr. 23/2617.]. 1961.
- NOGUEIRA, A.A.; TRICART, J. Contribuição ao estudo dos sedimentos litorâneos do sul do Brasil. **Bol. Par. Geogr.**, **12**(3 e 4): 5-14. 1959
- OEVER, L. van den; BAAS, P.; ZANDER, M. Comparative wood anatomy of *Symplocos* and altitude provenance. **IAWA Bull.**, **2**:3-24. 1981.
- PANIZZA, S. Contribuição ao estudo morfológico e anatômico de *Jacaranda caroba* (Velloso) DC Bignoniaceae. **Rev. Fac. Farmác. Bioq. USP**, **5**(1): 93-106. 1967.
- PARKHUST, D. F.; LOUCKS, O. L. Optimal leaf size. **J. Ecol.****60**: 505-537. 1972.
- PAVIANI, T. I. Estudos morfológico e anatômico de *Brasilia sickii* G. M. Barroso. **Rev. Bras. Biol.**, **32**(4): 451-472p. 1972.
- PAYNE, W. W. A glossary of plant hair terminology. **Brittonia**, **30**:239-255. 1978.
- PEREIRA, A. M. C. **Anatomia foliar de *Eugenia nitida* Camb. (Myrtaceae)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1985. 87p.
- PINTO, H. S.; ALFONSI, R. R. Estimativa das temperaturas médias, máximas e mínimas mensais no Estado do Paraná, em função de altitude e latitude. **Caderno de Ciências da Terra**, (52): 1-8, 1974.

- RACHID-EDWARDS, M. Alguns dispositivos para proteção de plantas contra a seca e o fogo. **Bol. Fac. Fil., C. L., USP, Botânica**, 207(13): 37-69. São Paulo, 1956.
- RAMOS, A. **Influência de cinco tipos de embalagens na germinação e no vigor de sementes de angico *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, caixeta *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC e caroba *Jacaranda micrantha* Cham. armazenadas em câmara fria e temperatura ambiente.** UFPR, Curitiba. 1980. 134p. (Dissertação de Mestrado).
- RAMOS, A. Efeitos da secagem na germinação e vigor de sementes de Angico - *Piptadenia rigida* (Benth.) Brenan, caixeta - *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC e Caroba - *Jacaranda micrantha* Cham. In: **1º Seminário de sementes e viveiros Florestais**. Vol.I. FUPEF. 1981. p.43-84. p.43-54.
- RAMOS, A. . Influência de cinco tipos de embalagem na germinação de sementes Angico - *Piptadenia rigida* (Benth.) Brenan, caixeta - *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC e Caroba - *Jacaranda micrantha* Cham. In: **1º Seminário de sementes e viveiros florestais**. v.I. FUPEF, 1981. p.55-84.
- RAWITSCHER, F. K. Problemas de fitoecologia com considerações especiais sobre o Brasil Meridional. **Bol. Fac. Fil. C.L. USP, 41, Botânica**, 3. 1942.
- RAWITSCHER, F. K. Observações sobre transpiração de plantas brasileiras. **Ceres**, 5(25): 1-16. 1943.
- RAWITSCHER, F. K. Algumas noções sobre a vegetação do litoral brasileiro. **Bol. Ass. Geogr. Bras.**, 5: 13-28. 1944.
- RAWITSCHER, F. K. Problemas de fitoecologia com considerações especiais sobre o Brasil meridional, 1.parte (continuação). **Bol. Fac. Filos. C. L. USP, Botânica**, 41(4): 5-153. São Paulo, 1944.
- RECORD, S. J.; HESS, R. W. **Timbers of the new world**. New Haven, Yale University Press, 1943. 640p.
- REITZ, R. Vegetação da zona marítima de Santa Catarina. **Sellowia**, 13 (13):17-116, Itajaí, dez.1961.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira de Santa Catarina**. Herbário Barbosa Rodrigues. Itajaí-Santa Catarina, 1978. p.158-161.
- RIBEIRO, V. L; COSTA, E. L.; BARROSO, M. A. L. Catálogo de nomes científicos e vulgares de plantas de porte arbóreo ocorrentes no Brasil. **Rodriguésia**, 31 (49): 155-195. Rio de Janeiro, 1979.
- RICHARDS, P. W. **The tropical rain forest**. Cambridge Univ. Press. 1979. 450p.
- RIZZINI, C. T.; PINTO, M. M. Áreas climático-vegetacionais do Brasil segundo os métodos de Thornthwaite e de Mohr. **Rev. Bras. Geogr.**, 26: (4) 523-547. 1964.

- RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**. Ed. Edgar Blücher, São Paulo, 1971. 294p.
- RIZZINI, C.T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil**. Hucitec/EDUSP. São Paulo, 1976-9. v. 2. p.224-226.
- ROCHA, H. O.; SANTOS-FILHO, A.; REISSMANN, C. B. Condições Edáficas para o Desenvolvimento do Palmito (*Euterpe edulis* Mart.) no Litoral Paranaense. In: **Anais 1º Encontro Nacional de Pesquisadores - Palmito**. EMBRAPA/CNPF. Curitiba, Maio, 1987. p.26-28.
- RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. Macrozoneamento florístico da área de proteção ambiental APA-Guaraqueçaba. **FUPEF-série técnica**, 15. Curitiba, 1988. 53p.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S. Fatores biológicos - Vegetação. In: **Estudo das influências ambientais decorrentes da implantação da LT138kV - Usina Parigot de Souza a Paranaguá**. FUPEF, Curitiba, 1987. p.29-59.
- RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Área especial de interesse Turística do Marumbi - Plano de Gerenciamento**. ITCF. Curitiba, 1988. p.65-70.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S. **Estudo das alternativas de traçado para a LT-138 kV Matinhos-Guaratuba Implicações ambientais**. FUPEF, Curitiba, 1989a. 97p.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S. **LT 138 kV Matinhos-Guaratuba. Diretrizes de traçado e análise do projeto - Implicações ambientais**. FUPEF, Curitiba-PR, 1989b. 102p.
- ROIG, J. F. A. The wood of *Adesmia horrida* and its modifications by climatic conditions. **IAWA Bull.**, 7(2): 129-132, 1986.
- SADT-Systematics Association Committee for Descriptive for Biological Terminology of simple symmetrical plane shapes (Chart I). **Taxon** 9(8): 245-257. 1960.
- SADT-Systematics Association Committee for Descriptive for Biological Terminology-II. **Taxon**, 11(5): 145-56. 1962.
- SALAMUNI, R. Fundamentos geológicos do Paraná. In: **História do Paraná**, v.2 p.13-126. 1969.
- SANDWITH, N. Y. Notes on unidentified tropical South American Bignoniaceae of Humboldt and Bonpland. **Lilloa**, T. III. B. Aires p.457-465. 1938.
- SANDWITH, N. Y. Notes on South American Bignoniaceae. **Lilloa**, 14:133-137. 1948.
- SANDWITH, N. Y. Contributions to the flora of tropical America: LVI. Further studies in Bignoniaceae. **Kew Bulletin**, 4: 451-484. 1953.

- SANDWITH, N. Y. Contributions to the Tropical America LVII. Further studies in Bignoniaceae. **Kew Bull.**, **15**: 597-614. 1954-1955.
- SANDWITH, N. Y. Contributions to the Tropical America: LXV. Studies in Bignoniaceae XXIV. **Kew Bull.**, **15**: 427-443. 1958.
- SANDWITH, N. Y. Contributions to the Tropical America LXVII. Notes on Bignoniaceae XXV; Proposed lectotypes of certain genera. **Kew Bull.** **15**: 453-457. 1962.
- SANDWITH, N. Y. Contributions to the Tropical America: LXVIII. Notes on Bignoniaceae. **Kew Bull.** **15**: 459-466. 1962a.
- SANDWITH, N. Y.; HUNT, D. R. Bignoniáceas. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí, Santa Catarina, 1974. 172p. 39 estampas e 30 mapas.
- SANTOS, G. dos; MILLER, R. B. Wood Anatomy of *Tecomeae*. Bignoniaceae - Part II- (Tribe Tecomeae). **Flora neotropica**, **25** (II):336-358. New York Botanical Garden, 1992.
- SASTRAPADJA, D. S.; LAMOUREUX, C. Variations in wood anatomy of *Metrosideros* (Myrtaceae). **Ann. Bogoriensis**, **5**(1): 1-83, 1969.
- SILVA, A. M. S. **Anatomia ecológica de *Norantea brasiliensis* Choisy (Marcgraviaceae)**. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1984. 120p.
- SILVA, S. M. **Composição florística e fitossociologia de um trecho de floresta de restinga na Ilha do Mel, Município de Paranaguá, PR**. Dissertação de Mestrado em Biologia Vegetal da Univ. Estadual de Campinas. 1990. 146p.
- SOBOLL, W. **Série Seminários e Debates**. São Paulo, 1989. 80p.
- SOBOLL, W. **Desenvolvimento sustentado: síntese de conferências e painéis do "I Seminário de Desenvolvimento Sustentado"**. Coordenadoria de Proteção de Recursos Naturais. São Paulo, outubro, 1991. 77p.
- SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of dicotyledons**. Ed. Clarendon Press. 1908. v.2. 1908.
- SOUZA, J. P. **Análise comparativa da morfologia, anatomia e óleo essencial das folhas de *Xylopia aromatica* (Lamarck) Martius, provenientes de quatro localidades do Brasil**. Tese de Doutorado apresentada ao Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da USP. 147p. 1977.
- SPRAGUE, T. A.; SANDWITH, N. Y. The Tabebuias of British Guiana and Trinidad. Royal Bot. Gard. **Kew Bull. Misc. Inf.**:18-28. 1932.
- STEARNS, W. T. **Supplement to Dictionary of Gardening**. Oxford p.318-322. 1956.



- SUDESUL **Estudos de alternativas técnicas, econômicas e sociais para o setor florestal do Paraná - sub-programa tecnologia.** Relatório Final. Conv.28/76-execução UFPR, Centro de Pesquisas Florestais. SUDESUL/IBDF/SEPLAN. Curitiba, 1979. 335p.
- SUGUIO, K; BIGARELLA, J. J. **Ambientes fluviais.** 2.ed. Ed. UFPR/UFSC. 183p.il., Florianópolis, 1990.
- SUGUIO, K.; TESSLER, M. G. Planícies de cordões litorâneos do Brasil: origem e nomenclatura. In: **Restingas: Origem, estrutura e processos.** Niteroi. CEUFF. 1984. p.195-216.
- SUITER-FILHO, W. **Relatórios dos trabalhos de propagação da caixeta.** ESALQ. (Florestal Iguaçu). 1966-1969. (não publicado).
- SUTCLIFFE, J. **As plantas e a água.** EPU/EDUSP. v.23. 1979.
- TABATA, H. Vessel elements of Japanese birches as viewed ecology and evolution. **Physiol. Ecol. Kyoto**, 12: 7-16. 1964. [For. Abstr. 28/2797.]
- TAKHTAJAN, A. **Flowering plants: origin and dispersal.** Washington. Smithsonian Institution Press. 1969. 310p.
- TIPPO, O. The role of wood anatomy in phylogeny. **Amer. Midl. Nat.**, 36:367-72. 1946.
- TIPPO, O. The comparative anatomy of secondary xylem and the phylogeny of the *Eucommiaceae*. **Am. J. Bot. Nat.**, 36: 367-372. 1946.
- TOMLINSON, P. B. Plant morphology and anatomy in the tropics - The need for integrated approaches. **Ann. Miss. Bot. Gard.**, 64: 685-693. 1977.
- TSOUMIS, G. **Wood as raw material.** Oxford, Pergamon Press, 1968. 276p.
- TYREE, M. T. **Physical parameters of the Soil-Plant-Atmosphere system: breeding for drought reistance characteristics that improvement.** Ed. Cannel and Last. Ac. Press. London. 1976. p.330-386.
- VELOSO, H. P.; KLEIN, R. M. As comunidades e associações vegetais da mata pluvial do sul do Brasil -I. As comunidades do Mun. de Brusque, Estado de Santa Catarina. **Sellowia**, 9(8): 81-235. Itajaí, dez., 1957.
- VELOSO, H. P.; KLEIN, R. M. As comunidades e associações vegetais da mata pluvial do sul do Brasil - II. Dinamismo e fidelidade das espécies em associações do Municipio de Brusque, Estado de Santa Catarina. **Sellowia**. 10(10): 9-124, Itajaí, set., 1959.
- VELOSO, H. P.; KLEIN, R. M. As comunidades e associações vegetais da mata pluvial do sul do Brasil - III. As associações das planícies costeiras. **Sellowia**, 13(13): 205-60. Itajaí, dez., 1961.

- VELOSO, H. P. Os grandes climaxes do Brasil I. Considerações sobre os tipos vegetativos da Região Sul. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 60(1): 175-93. Rio de Janeiro, jul., 1962.
- VELOSO, H. P.; KLEIN, R. M. As comunidades e associações vegetais da mata pluvial do sul do Brasil - IV. As associações situadas entre o Rio Tubarão (SC) e a Lagoa dos Barros (RS). **Sellowia**, 15(15): 57-114. Itajaí, dez., 1963.
- VELOSO, H. P. Contribuição à fitogeografia do Brasil (a flora através dos tempos). **Anuário Brasileiro de Economia Florestal**, 16(16): 19-42. Rio de Janeiro, 1964.
- VELOSO, H. P.; GÓES-FILHO, L. Fitogeografia brasileira, classificação fisionômica-ecológica da vegetação neotropical. Bol. Téc. Projeto RADAMBRASIL. **Série Vegetação**. Ministério de Minas e Energia. n.1. Salvador, 1982. 85p.
- VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**, IBGE, Rio de Janeiro, 1991. p.97-101.
- VESQUE, J. De l'emploi des caractères anatomiques dans la classification des végétaux. **Bull. Sci. Bot. France**, 36: 41-87, 1889.
- VILLALBA, R. Xylem structure and cambial activity in *Prosopis flexuosa* DC **IAWA Bull.**, 6(2): 119-130, 1985.
- WAECHTER, J. L. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga do Rio Grande do Sul. Comun. Mus. Ci. PUCRS. **Botânica**, 33: 49-68. 1985.
- WALTER, H. **Vegetação e zonas climáticas**. Ed.EPU. São Paulo, 1986. 325p.
- WEAVER, J.E.; CLEMENTS, F.E. **Plant Ecology**. MacGraw-Hill, N.York, 1938. 601p.
- WEBBER, I. E. The woods of sclerophyllous and desert shrubs and desert plants of California. **Am. J. Bot.**, 23: 181-188, 1936.
- WETTSTEIN, R.R.v. **Aspectos da vegetação do sul do Brasil**. Ed. E. Blücher, EDUSP, 1970. 122p.
- WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas**. EPU/EDUSP. São Paulo, 1982. 101p.
- WILIE, R. B. Leaf organization of some woody dicotyledons from New Zeland. **Am. J. Bot.** 41: 186-191. 1954.
- YALTIRIK, F. Comparison of anatomical characteristics of wood in Turkish maples with relation to the humidity of the sites. **J. Inst. Wood Sci**, 5: 25, 43-8, 1970. [For.Abstr.31/7078.]
- ZILLER, S. R. **Análise fitossociológica de caxetais**. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 1992. 101p.

ZIMMERMANN, H. M.; BROWN, C. L. **Trees: Structure and function**. Springer, New York, Heidelberg/Berlin, 1971.

ZIMMERMANN, H. M. Functional xylem anatomy of angiosperm trees. In: **New Perspectives in wood anatomy**. Ed. P. Baas. 1982. p.59-70.